Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik, Berlin, Ziegelstraße
Stellvertretender Direktor: Professor Dr. P. Rostock

Über die Entwicklung und den Wert der vorbeugenden Einspritzung von Wundstarrkrampf-Serum

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des

Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich - Wilhelms - Universität zu Berlin

vorgelegt von

Walter Ulbrich aus Breslau

Tag der Promotion: 12. Juni 1940

BERLIN SW 68, MARTIN & JONSKE

M 106

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Professor Dr. Kreuz
Referent: Oberarzt Dozent Dr. Haase
Korreferent: Professor Dr. Rostock

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550822_0066

Im März 1884 wiesen Carle und Rattone in Turin durch Übertragung von Ödemflüssigkeit Tetanuskranker auf Kaninchen als die Ersten nach, daß der Tetanus eine Infektionskrankheit ist.

Das gab den Anstoß zu neuen Forschungen und schon 1885 überimpfte Nicolaier den Tetanus auf Mäuse und Kaninchen durch Einimpfen von Gartenerde, die er als besonders verdächtiges Material erkannt hatte. Nicolaier (Berlin) verdanken wir auch die Entdeckung des Tetanusbacillus.

Die Isolierung des Tetanusbacillus gelang dann 1889 Kitasato im Institut Robert Koch, indem er die große Widerstandsfähigkeit der Sporen dieser Mikroben der Hitze gegenüber und sein anaerobes Wachstum verwertete.

Im Dezember 1890 veröffentlichten Behring und Kitasato ihre Arbeit „Über das Zustandekommen der Diphtherie-Immunität und der Tetanus-Immunität bei Tieren". Wegen der großen Bedeutung der in dieser Arbeit der Öffentlichkeit mitgeteilten Entdeckung, möchte ich näher auf sie eingehen.

Das immunisierende Prinzip schließt sich an die in Frankreich von Pasteur bei der Hühnercholera und beim Milzbrand entdeckte und dann von seinen Schülern und Nachfolgern bei anderen Krankheiten weiter ausgebildete Vaccinationsmethode an. Die Pasteursche Methode fußt auf Jenners Schutzpockenimpfung, und diese wieder ist zurückzuführen auf Beobachtungen von der Schutzwirkung der willkürlichen Pockenerzeugung durch den Kontakt gesunder Menschen mit Pockenkranken, wovon Lady Montague im Anfang der 40er Jahre des 18. Jahrhunderts die Kunde aus dem Orient nach Westeuropa brachte.

Behring beschäftigte sich nach seinem Übertritt zum Institut für Infektionskrankheiten Robert Koch im Jahre 1890 über Desinfektion, Desinfektionsmittel und Desinfektionsmethoden. Hierbei war es das Problem der antibakteriellen Wirkung des Blutserums, das ihn zum Studium der Immunitätsfragen führte. Er widmete sich nun vollends den Versuchen einer immunisatorischen Heilung der Infektionskrankheiten. Auf dem Boden dieser Arbeiten entstand die Entdeckung des Diphtherieheilserums und des Tetanusserums.

In der oben angeführten Arbeit heißt es: „Die Immunität von Kaninchen und Mäusen, die gegen Tetanus immunisiert sind, beruht

auf der Fähigkeit der zellenfreien Blutflüssigkeit, die toxischen Substanzen, welche die Tetanusbazillen produzieren, unschädlich zu machen.“ Die Erklärung für die Immunität, die im vorstehenden Satz zum Ausdruck gebracht ist, wurde in den bis dahin erschienenen Arbeiten, die sich mit der Immunitätsfrage beschäftigten, noch nicht in Erwägung gezogen. In der diphtheriegiftzerstörenden Wirkung des Blutes von diphtherieimmunen Tieren erkannte v. Behring die Richtung, in welcher die Unempfänglichkeit für Diphtherie zu suchen war, aber erst bei der Anwendung der bei der Diptherie gemachten Erfahrungen auf den Tetanus kamen die beiden Forscher zu beweiskräftigen Resultaten:

„Ein Kaninchen wurde gegen Tetanus immunisiert. Bei der Prüfung des Grades der Immunität erhielt dasselbe 10 ccm einer keimhaltigen virulenten Tetanusbazillenkultur, von der für normale Kaninchen 0,5 ccm genügten, um dieselben ganz sicher am Tetanus zugrunde gehen zu lassen. Jenes Kaninchen blieb aber gesund. Dasselbe hatte aber nicht nur gegen die Infektion mit lebenden Tetanusbazillen Immunität erlangt, sondern auch gegen das Tetanusgift; denn es vertrug das 20fache derjenigen Menge des Giftes ohne Schaden, die genügt, um normale Kaninchen ausnahmslos zu töten. — Diesem Kaninchen wurde aus der Carotis Blut entnommen. Von dem flüssigen Blut, vor der Gerinnung, wurde einer Maus 0,2 ccm, einer anderen 0,5 ccm in die Bauchhöhle injiziert. Beide wurden mit 2 Kontrollmäusen nach 24 Stunden mit virulenten Tetanusbazillen geimpft, und zwar so stark, daß die Kontrolltiere schon nach 20 Stunden an Tetanus erkrankten und nach 36 Stunden starben. Beide vorbehandelten Mäuse dagegen blieben dauernd gesund. —

Die größere Menge des Blutes wurde stehen gelassen, bis sich daraus reichlich Serum abgeschieden hatte. Von diesem Serum erhielten 6 Mäuse je 0,2 ccm in die Bauchhöhle eingespritzt; nach der 24 Stunden später erfolgten Infektion blieben alle 6 dauernd gesund, während die Kontrollmäuse nach weniger als 48 Stunden starben. —

Mit dem Serum lassen sich ferner auch therapeutische Erfolge in der Weise erzielen, daß man die Tiere zunächst infiziert und dann hinterher das Serum in die Bauchhöhle eingespritzt wird.

Wir haben ferner mit dem Serum Versuche angestellt, welche geeignet sind, die enorme giftzerstörende Wirkung desselben zu zeigen. Von einer 10tägigen Tetanuskultur, welche durch Filtrieren keimfrei geworden war, genügte 0,00005 ccm, um eine Maus nach 4 bis 6 Tagen, und 0,0001 ccm, um dieselbe nach weniger als 2 Tagen sicher zu töten. Nun haben wir 5 ccm Serum von tetanusimmunen Kaninchen mit 1 ccm dieser Kultur vermischt und 24 Stunden das Serum auf das in der Kultur enthaltene Tetanusgift einwirken lassen. Von dieser Mischung erhielten 4 Mäuse je 0,2 ccm, mithin 0,033 ccm Kultur, oder mehr als das 300fache der sonst für Mäuse tödlichen Dosis; sämtliche 4 Mäuse blieben dauernd gesund, die Kontrollmäuse dagegen starben an 0,0001 ccm der Kultur nach 36 Stunden.

Die Mäuse aus allen bisher aufgestellten Versuchsreihen, sowohl die, welche Serum in die Bauchhöhle eingespritzt bekommen hatten, wie die mit der Mischung von Tetanusgift mit Serum, sind dauernd immun geblieben, soweit sich das bis jetzt hat erkennen lassen; sie haben später wiederholt Impfungen mit virulenten Tetanusbazillen überstanden, ohne auch nur eine Spur von Erkrankung zu zeigen. — Selbstverständlich wurden überall auch Kontrollversuche ausgeführt mit dem Blut und dem Serum nicht immuner Kaninchen; Blut und Serum erwiesen sich therapeutisch sowohl, wie in bezug auf die Beeinflussung des Tetanusgiftes gänzlich unwirksam. Dasselbe gilt von Rinder-, Kälber-, Pferde- und Hammelserum. Auch das Blut innerhalb der Gefäße lebender nicht immuner Tiere besitzt keine tetanusgiftzerstörenden Eigenschaften, wie aus wiederholten Versuchen hervorgeht. — Die angeführten Experimente beweisen:

1. Das Blut des tetanusimmunen Kaninchens besitzt tetanusgiftzerstörende Eigenschaften.
2. Diese Eigenschaften sind auch im extravaskulären Blut und in dem daraus gewonnenen zellfreien Serum nachweisbar.
3. Diese Eigenschaften sind so dauerhafter Natur, daß sie auch im Organismus anderer Tiere wirksam bleiben, so daß man imstande ist, durch die Blut- bzw. Serumtransfusion hervorragende therapeutische Wirkungen zu erzielen.
4. Die tetanusgiftzerstörenden Eigenschaften fehlen im Blut solcher Tiere, die gegen Tetanus nicht immun sind, und wenn man das Tetanusgift nicht immunen Tieren einverleibt hat, so läßt sich dasselbe auch noch nach dem Tode der Tiere im Blut und in sonstigen Körperflüssigkeiten nachweisen."

Tizzoni und Cattani gelang es 1891 zwei Tauben und einen Hund gegen Tetanus zu immunisieren. Das Blutserum dieser Tiere schützte Hunde und Mäuse gegen nachfolgende Tetanusvergiftung.

Vincent impfte 5 Meerschweinchen von 450—500 g unter die Haut mit Tetanusblut. Bald darauf injizierte er an einem anderen Punkte 0,08—0,16 ccm Tetanus-Antitoxin. Diese Quantität entspricht ungefähr 10—20 ccm Serum für einen Menschen von 65—73 kg. Von diesen Meerschweinchen hatten 2, — das eine am 13., das andere am 15. Tage — einen Tetanus von mäßiger Heftigkeit. Eines von ihnen erlag ihm. — Es dient dieser Versuch als Stütze der Befürchtung, daß eine einmalige Injektion nach dem Ablauf einer gewissen Zeit nicht genügt, denn in einem Drittel der Fälle brach der Tetanus aus (Remertz).

Kitasato, dem es durch vorsichtige Behandlung mit erst untertödlichen, dann allmählich steigenden Mengen von Tetanustoxin gelungen war, Versuchstiere so zu immunisieren, daß sie das Vielfache der vorher tödlichen Dosis vertrugen, veröffentlichte 1892 seine „Experimentellen Untersuchungen über das Tetanusgift":

Bouillonkulturen des Tetanusbazillus wurden durch Tonerdekerzen filtriert und mit dem keimfreien Filtrate wurden Tierversuche angestellt. U. a. auch Immunisierungsversuche. Zunächst wurde festgestellt, daß eine Immunisierung von Mäusen und Kaninchen mit dem unveränderten Gifte nicht möglich ist; auch mit dem durch Erhitzen ungiftig gemachten Filtrate war eine Immunisierung nicht zu erreichen. Dagegen gelang es, Kaninchen gegen Tetanus refraktär zu machen durch kombinierte Wirkung von Jodtrichlorid und Tetanusgift. Die Immunität der Kaninchen dauerte mindestens 2 Monate. Mit dem Blut und ebenso mit dem Blutserum der tetanusimmunen Kaninchen ließen sich nun Mäuse stets mit Sicherheit gegen Tetanus immun machen. Es genügte 0,2 ccm dieser Substanzen, der Maus intraperitoneal beigebracht, um die Immunität gegen Einverleibung virulenter lebender Kultur zu bewirken. Die so erhaltene Immunität der Mäuse dauert 40—50 Tage. Auch therapeutische Erfolge ließen sich mit dem Serum erzielen.

Durch diese epochalen Entdeckungen kam die Lawine der Immunitäts- und Serumforschung ins Rollen. Bald wurden „Anti-Toxine" für die Verwendung in der Praxis hergestellt. Behring und Knorr teilten 1896 mit, daß das von den Farbwerken Höchst a. M. hergestellte Tetanus-Antitoxin auch bei schon ausgebrochenem Wundstarrkrampf infizierter Meerschweinchen und Mäuse unzweifelhaft Wirkung entfalte. Sie hielten es nun an der Zeit, das Mittel der Öffentlichkeit zu übergeben. Vorläufig wurden zwei Präparate ausgegeben, eins in trockenem Zustand und das andere in Lösung. Das erste sollte therapeutischen Zwecken bei schon ausgebrochenem Tetanus des Menschen und der Pferde dienen, das zweite zur prophylaktischen Behandlung. Über die Anwendung des gelösten Tetanus-Antitoxins wurde angegeben:

„Es ist ein 5faches Normal-Antitoxin, von welchem 1 ccm 5 Antitoxin-Normaleinheiten enthält. Dasselbe wird in Fläschchen von 5 ccm verabfolgt. Von dieser Lösung sollen auch solchen Verletzungen, die den Tetanusausbruch befürchten lassen, 0,5—5,0 ccm eingespritzt werden. Ist seit der mutmaßlichen Verletzung längere Zeit verstrichen, so kann die vollständige Verhütung von Tetanussymptomen nicht mit Sicherheit erwartet werden. Jedoch ist auf Grund der Tierexperimente zu erwarten, daß der Krankheitsverlauf gutartig und die Prognose günstig ist."

Wenn auch die deutschen Forscher, an ihrer Spitze Emil v. Behring und seine Mitarbeiter, sofort den großen Wert der Antitoxine für die Prophylaxe der Infektionskrankheiten erkannt haben, so muß man doch neidlos anerkennen, daß es in erster Linie die Franzosen waren, die die „Präventivimpfung" propagierten und im großen praktisch durchführten. v. Behring legte das Hauptgewicht seiner Bemühungen auf die Serumtherapie, womit er aber viele Ent-

täuschungen erlebte. Auch heute noch ist die Heilwirkung der Sera umstritten.

Der Hauptantrieb der prophylaktischen Tetanus-Antitoxin-Injektion ging von französischen Tierärzten, hauptsächlich von Nocard, aus.

Schon 1892 haben Roux und Vaillard den Wert des Antitoxins, prophylaktisch injiziert, experimentell erwiesen. „Le serum antitoxique previent sûrement le tétanos, même à doses extrèmement petites, lorsqu'il est injecté avant le toxine tetanique." Spritzt man beides zugleich ein, so entsteht ein lokaler Tetanus; das gleiche ist der Fall, wenn man das Antitoxin nach der Infektion, aber noch vor Ausbruch der ersten Symptome injiziert. Die zur Verhütung des Todes notwendige Dosis wächst rasch mit der Zeit nach der Infektion und zwar in geometrischer Progression, ja, nach einer gewissen Zeit vermag auch die größte Serummenge das Tier nicht mehr zu retten.

Die häufigen Tetanusfälle unter Pferden waren es, die Nocard dazu führten, die prophylaktische Impfung im großen auszuführen. Nocard hat im ersten Semester 1895 an Tierärzte 1800 Fläschchen von 10 ccm antitoxischen Serums mit der Weisung verteilt, allen Tieren, welche durch Operationen oder accidentelle Verletzungen mit Tetanus bedroht werden, 10 ccm baldmöglichst nach dem Trauma einzuspritzen, 10 Tage später eine Dosis von derselben Stärke. (Diese Forderung einer wiederholten Injektion ist im Laufe der Jahre von einer ganzen Reihe von Forschern immer wieder gestellt, aber in der Praxis selten durchgeführt worden.)

Die eingezogenen Erkundigungen gaben über 375 Tiere Nachricht. Von diesen wurde keines von Tetanus ergriffen. Während der 8 Monate, innerhalb der diese Beobachtungen angestellt wurden, gingen 55 andere Tiere, die nicht behandelt wurden, an Tetanus zugrunde.

Später folgte eine Statistik, die zeigt, daß von 3500 Pferden, die in einem Zeitraum von 22 Monaten in einem Quartier von Paris, in dem häufig der Tetanus auftrat, geimpft wurden, unter 2727 Pferden, von denen das Resultat bekannt wurde, keines erkrankte. 2300 sind sofort nach der Operation — meistens der Kastration — geimpft worden. Während der gleichen Zeit wurden 259 Pferde von Tetanus befallen, die nicht die prophylaktische Injektion erhalten hatten.

Der Tierarzt Bigot sammelte bei Pferden ähnlich gute Erfahrungen.

1895 sagte Vaillard, es muß heute zugegeben werden, daß es weder beim Menschen noch beim Tiere möglich ist, mit dem anti-

toxischen Serum akuten Tetanus heilen zu können. Das Serum ist nicht imstande, auf die vom Gifte veränderten nervösen Elemente heilend einzuwirken. Bei langsamen Gang der Vergiftung ist es möglich, durch Eliminierung des Ausgangsherdes der Infektion und Einspritzung des Serums den Gang der Krankheit günstig zu beeinflussen. Es kann nun dieses Serum durch seine immunisierende Wirkung Dienste leisten, die bis jetzt zu wenig in Anspruch genommen werden. Die Indikation zur prophylaktischen Impfung ist gegeben: 1. bei allen Wunden, die durch Traumen verursacht werden, welche eine Infektion mit Tetanusbazillen als wahrscheinlich annehmen lassen (Wunden, die mit Staub und Erde in Berührung gekommen sind); 2. in der Veterinärchirurgie bei Operationen, in deren Gefolge oft Tetanus auftritt (Kastration, Operation an den Hufen).

Die Präventivimpfung wird namentlich in Tropengegenden, wo Tetanus einheimisch ist, von Nutzen sein, ebenso in Gegenden, wo häufig Tetanus neonatorum auftritt.

In Italien war es Tizzoni, der ein Tetanus-Antitoxin herstellte. Er teilt einige Krankengeschichten mit, die die Wirksamkeit seines Antitoxins als Schutzmittel gegen Tetanus darbieten. Besonders bemerkenswert sind zwei Fälle von Laboratoriumsinfektion (Verwundung infolge Zerbrechens einiger Tetanuskulturen enthaltender Gläschen), in denen nicht nur Tetanusbazillen, sondern gleichzeitig auch deren toxische Substanz in die frischen Wunden gelangte. In beiden Fällen brachte die sofortige Injektion von Tizzonis Antitoxin die Vergiftungserscheinungen gleich nach ihrem Entstehen zum Stillstand und bewirkte Heilung.

Tizzoni empfahl schon damals die Serumeinspritzung in allen den Fällen vorzunehmen, in denen Wunden in ausgedehntem Maße mit Erde verunreinigt worden sind und in denen die Entwicklung einer Tetanusinfektion zu fürchten ist, ohne deren Beginn erst abzuwarten.

Ganz ähnlich ist der Fall einer Laboratoriumsverletzung von Buschke (1893):

Der Verfasser selbst verletzte sich bei Tetanusexperimenten mit einer Kanüle. Seine Wunde wurde sofort gespalten und desinfiziert. Nach 6 Tagen injizierte ihm Prof. Helferich 5 ccm Behringsches Serum (1 : 1 000 000). Außer leichten, ziehenden Schmerzen in den Muskeln war bis zum 11. Tage nach der Verletzung nichts Besonderes zu bemerken, dann trat an der Injektionsstelle Erythem auf, zugleich Kopfschmerzen, Temperatur bis 39,5, die rheumatischen Schmerzen nahmen zu. Am nächsten Tage wurden sie so, als ob „die Muskulatur langsam auseinander

gerissen würde", beschränkte sich aber auf die oberen Extremitäten und den Rumpf. Langsam ließen sie nach, bis nach einigen Tagen Heilung eintrat.

Für die an der Homöopathie interessierten Leser möchte ich erwähnen, daß Wapler 1895 eine Doktorarbeit angefertigt hat über das Thema: „Über Versuche durch Strychnin bei Tieren Immunität gegen Wundstarrkrampf herbeizuführen". Diese Versuche mußten negativ verlaufen, weil der Verfasser von falschen Voraussetzungen ausging.

In der Zeit von 1895 bis zum Ausbruch des Weltkrieges wurden viele Fortschritte auf dem Gebiet der Serumforschung gemacht und man konnte auch eine ganze Reihe von Erfahrungen sammeln. Im folgenden mögen einige der bemerkenswertesten Ergebnisse dieses Zeitabschnittes, in ungefähr zeitlicher Reihenfolge, kurz angeführt werden.

„Über Antitoxinausscheidung bei einem mit Tetanusserum behandelten Menschen" lautete eine Arbeit, die Vagedes 1895 veröffentlichte:

Behandlung eines leichteren Falles von Tetanus mit von Behring hergestelltem Serum, ohne daß ein evidenter Einfluß der Injektionen festzustellen ist. Es wurde etwa das 30 000fache der zur Immunisierung nötigen Menge eingespritzt. Um die Ausscheidung des einverleibten Antitoxin durch den Harn zu verfolgen, wurde Mäusen 1—½ ccm Urin subc. injiziert und dann 24 Stunden später die einfache bzw. mehrfache letale Minimaldosis. Aus diesen Versuchen ging als Ergebnis hervor, daß das in den Körper des Patienten gebrachte Antitoxin innerhalb 11 Tagen aus dem Urin verschwand. Nach 18 Tagen besaß auch das Blutserum des Patienten nur noch eine geringe Schutzkraft.

1897 erschienen die Versuchsergebnisse von Dönitz, der zu den gleichen Schlüssen kam wie Rouy und Vaillard. Er machte an Kaninchen Versuche, um die Wirksamkeit des Tetanusheilserums zu prüfen. Dabei stellte sich u. a. heraus, daß bei schwerer Vergiftung die zum Schutz gegen den Ausbruch des Tetanus nötige Serummenge in auffallender Weise mit der Zeit wächst, welche zwischen Vergiftung und Serumbehandlung belassen wird. Während bei 4 Minuten ein geringer Überschuß des Serums ausreichte, brauchte man bei 8 Minuten schon die 6fache Menge, bei 15 Minuten die 12fache, bei einer Stunde die 24fache Menge. Nach 5—6 Stunden konnten die Tiere überhaupt nicht mehr gerettet werden.

Das Ergebnis der mitgeteilten Versuche ist folgendes:

1. Von dem Augenblick an, wo Tetanusgift in das Blut gelangt, wird es von den Körpergeweben gebunden.
2. Bei schwerer Vergiftung ist nach 4—8 Min. wenigstens schon die einfache tödliche Dosis gebunden.

3. Das gebundene Gift läßt sich durch Tetanusheilserum den Geweben wieder entreißen und neutralisieren, also unschädlich machen.
4. Diese Sprengung der Giftverbindung gelingt um so schwieriger, je schwerer die Vergiftung ist und je längere Zeit bis zur Anwendung des Serums verstrich.

Bazy, 1897:

Heilerfolge nach Ausbruch des Wundstarrkrampfes konnte er nicht erzielen, wohl aber glaubte er der vorbeugenden Einspritzung eine Schutzwirkung beimessen zu müssen. Als er während kurzer Zeit 4 tödliche Tetanusfälle beobachtete, führte er hierauf für alle verdächtigen Wunden die Prophylaxe gleich beim Spitaleintritt ein. Seitdem sah er diese Komplikation nie mehr auftreten. Irgendwelche schädlichen Folgen der Einspritzungen wurden nicht beobachtet. Beim Wechsel der Assistenten vergaß er einmal den Neuangekommenen die Ausführung der vorbeugenden Einspritzung anzuempfehlen. Bald darauf hatte er einen sehr rasch mit dem Tode endigenden Tetanusfall zu beklagen, worauf die prophylaktischen Injektionen wieder aufgenommen wurden.

Courmont und Doyon, 1899:

Bezüglich der Behandlung wird betont, daß das Tetanusheilserum, subcutan beigebracht, gegen das schon in Wirkung begriffene Tetanustoxin ohnmächtig ist. Immerhin ist die Serotherapie zu versuchen, weil sie wenigstens den neuen Einbruch von Toxin in die Zirkulation abschneidet. Als prophylaktisches Mittel dagegen ist das Tetanus-Antitoxin von größter Bedeutung und sollte deshalb viel häufiger angewendet werden, als dies bis jetzt der Fall ist.

Steuer, 1900:

Die Erfolge der vorbeugenden Einspritzung in Fällen, wo Ausbruch des Tetanus zu erwarten ist, sind bei frühzeitiger Anwendung des Antitoxins sehr günstige.

v. Török, 1900:

Da bei den Fällen schwerster Infektion nur von einer vorbeugenden Behandlung ein Erfolg zu erwarten ist, so soll man bei jeder tetanusverdächtigen Verletzung eine prophylaktische Antitoxininjektion vornehmen. Um diese Forderung erfüllen zu können, muß das Antitoxin in allen Apotheken stets wirksam vorrätig gehalten werden.

Die von v. Behring nach der Entdeckung seines Serums ausgesprochene Hoffnung, daß durch die Anwendung desselben die Mortalität erheblich heruntergedrückt würde, erfüllte sich leider

nicht. 1895 bekannte v. Behring auf der 67. Naturforscherversammlung in Lübeck selbst: „Die Serumtherapie hat mehr Hoffnungen als Leistungen für die Praxis aufzuweisen". Seit Einführung des Serums ist betont worden, daß die Impfung so früh wie möglich vorgenommen werden solle. 1900 hat v. Behring die Forderung dahin präzisiert, daß 1. die Serumbehandlung nicht später als 30 Std. nach Erkennung der ersten Tetanussymptome eingeleitet werden solle, 2. daß die auf einmal subcutan gegebene Antitoxindosis nicht weniger als 100 AE betrage. Würden diese Bedingungen erfüllt, so sprach v. Behring die Überzeugung aus, daß bei Anwendung seines Serums die Mortalität auf 15 % heruntergehen würde.

Wilms berichtet über 31 nach diesen Behringschen Vorschriften behandelte Fälle. Von diesen starben 20, also Mortalität 64,5 %. Wilms hat bei 96 Fällen, die nicht nach diesen Vorschriften behandelt wurden, eine Mortalität von 63 %.

Auch v. Leyden und Blumenthal berichten über 2 Fälle, bei denen keine Heilung bzw. Besserung erzielt wurde, obwohl das Antitoxin bei den allerersten Symptomen injiziert worden war.

Diese ungünstigen Erfolge der Antitoxinbehandlung veranlaßte eine Anzahl Kliniker und Chirurgen, das Antitoxin überhaupt abzulehnen. Sie sagten, die leichten Fälle genäsen auch ohne Serum, die schweren verliefen trotz Serum letal. So hat sich Trendelenburg geäußert und ähnlich sprachen sich auch Lexer und v. Bergmann aus. Lexer meint, daß vom praktischen Standpunkt des Chirurgen aus, das Heilserum sich absolut als unzuverlässig erwiesen habe und er empfiehlt neben einer möglichst frühzeitigen Seruminjektion die offene Wundbehandlung nach chirurgischen Grundsätzen bei größeren Wunden. Sitze aber die Verletzung am Finger oder an den Zehen, so solle die Infektionspforte durch Abtragung des betreffenden Gliedes beseitigt werden. Dieses Verfahren sei besonders bei Verletzungen, die durch Schüsse erfolgt seien und bei komplizierten Frakturen erwünscht. Derselben Ansicht war auch v. Bergmann, der auch zur Amputation zurückkehrte.

Die Heilungsmöglichkeit des ausgebrochenen Wundstarrkrampfes war also schon frühzeitig zumindest stark umstritten. Dagegen bestand jedoch übereinstimmend die Anschauung, daß das Tetanusserum vorbeugend eingespritzt, den Wundstarrkrampf verhindern könne.

Nocard hat, wie ich anfangs zeigte, den Erfolg der vorbeugenden Tetanus-Antitoxin-Injektion für den Pferdetatanus bewiesen. Auch Farland machte in den Stallungen eines Institutes zur Bereitung

von Antitoxin, die mehr als 800 Pferde enthielten, günstige Beobachtungen: 1897 Mortalität an Tetanus 8 %, 1898 10 %, 1899 (nach systematischer Prophylaxe) nur 1 %. 1900 weniger als 1 %.

Über ausgeführte vorbeugende Einspritzungen und deren Erfolge beim Menschen finden sich in der Literatur aus leicht erklärlichen Gründen nur spärliche Angaben. Denn die Erfolge sind natürlich schwer zu ermessen, in gewöhnlichen Fällen ist es unmöglich, die schützende Wirkung, die das Serum ausgeübt hat, festzustellen.

Die Beobachtung, die v. Rosthorn an seiner Frauenklinik in Prag gemacht hatte, ist bemerkenswert. Er hatte dort öfters tödliche Tetanusfälle zu beklagen. Als regelmäßig die vorbeugenden Einspritzungen vorgenommen wurden, trat kein Wundstarrkrampf mehr auf.

Über einen abortiv verlaufenden Wundstarrkrampf berichtete Ullrich. Eine schwere Verletzung — Ausreißen des Armes — ließ das Eintreten von Tetanus befürchten. Am 4. Tage nach der Verletzung wurde daher Antitoxin injiziert. Erst 6 Wochen nach der Verletzung trat das Bild eines abortiven Tetanus auf und dauerte zwei Monate lang, um in völlige Heilung überzugehen. Ullrich vermutete, daß die Einspritzung von günstigem Einfluß war.

Reynier erlebte einen ähnlichen Fall, bei dem die vorbeugende Tetanus-Antitoxininjektion wahrscheinlich den Krankheitsverlauf günstig beeinflußt hat.

Mauclaire sah ebenfalls einen schweren Tetanus in Heilung ausgehen, bei dem die vorbeugende Einspritzung zwar nicht den Ausbruch der Krankheit, wohl aber deren tödlichen Ausgang verhindern konnte.

Rozenraad, 1902:

Bazy, Rochard und Schwartz erklärten in der Société de Chirurgie im Juli 1901, daß sie bei allen Verletzungen Tetanus-Antitoxin injizierten.

Die französische Regierung, die schon vor längerer Zeit dem Sanitätskorps in der Behandlung des Tetanus das Serum anzuwenden befohlen hatte, hat neuerdings den Kolonialtruppen die prophylaktische Injektion vorzunehmen empfohlen.

In der amerikanischen Literatur wird die Serumprophylaxe durch Lambert ebenfalls warm empfohlen.

Für die Tropenhygiene scheint die vorbeugende Impfung von großem Wert zu werden. Auf Cuba endet fast jede Fußverletzung mit einem Tetanus. Ähnlich spricht sich Calmette über Tetanus an der Westküste Afrikas aus. Er betont daher den Wert der prophy-

laktischen Injektion für die Tropen. Außerdem empfiehlt er diese überhaupt bei allen Verletzungen mit Schmutz, Kleidungsstücken und vor allem bei allen Schußverletzungen. Die Hospitäler, Ärzte und Truppenabteilungen auf dem Marsch sollten angewiesen werden nach diesen Indikationen zu verfahren. Solche Schutzmaßregeln hat Herhold in China vorgenommen. In der kurzen Zeit von 8 Wochen hatte er 4 Tetanusfälle, 3 davon mit Exitus, zu verzeichnen. Er spritzte daher prinzipiell bei allen größeren Verletzungen, bei denen Verunreinigungen mit Erdstaub vorgekommen waren, gleich bei der Aufnahme des Kranken 20 ccm Antitoxin, und zwar subcutan. Seitdem kamen keine Tetanusfälle mehr vor.

v. Leyden und Blumenthal empfehlen, bei allen verdächtigen Aborten, bei Verletzungen, speziell Frakturen, die mit Erde, Glassplittern usw. verunreinigt sind, vor allem bei allen Schußverletzungen, 10 ccm Tetanus-Antitoxin anzuwenden.

Calmette war es gelungen, Tiere gegen Tetanus zu immunisieren, indem er trockenes, fein gepulvertes Antitoxinserum von kleinen Wunden absorbieren ließ. Künstlich mit tetanusporenhaltiger Erde infizierte Wunden führten nicht zu Tetanus, wenn sie innerhalb 2—6 Std. nach der Infektion in gleicher Weise behandelt wurden. Calmette empfahl daher, tetanusverdächtige Wunden beim Menschen, besonders im Kriege und in den heißen Ländern, mit trockenem Serum zu bestreuen. — Diese Behandlungsart hat sich aber nicht durchgesetzt.

Auf dem französischen Chirurgenkongreß 1903 sagte Vallas, das Ideal der Tetanusbekämpfung wäre, frühzeitig die Tetanusgefahr einer Verletzung zu erkennen und hier die prophylaktische Serumtherapie einzuschlagen; sie leiste zweifellos die beste Gewähr. Buchtige, mit Erde besudelte Quetschwunden müßten mit einer subcutanen prophylaktischen Seruminjektion behandelt werden.

In der Diskussion bekannte sich Championnière auf Grund seiner Erfahrungen bei einer Hausepidemie als einen überzeugten Verteidiger der prophylaktischen Seruminjektion.

Bazy teilte mit, daß er an seiner 1896 mit vielem Mißtrauen aufgenommenen Gepflogenheit festgehalten habe: jeder Verletzte, der mit einer Straßenwunde (Plaie de rue) eintritt, erhält seine vorbeugende Einspritzung.

Guinard hat ebenfalls die prophylaktische Injektion durchgeführt und seit 9 Jahren nur einen Fall von Tetanus gesehen, und zwar bei einem Verletzten, der keine Spritze erhalten hatte.

Reynier ist nicht so überzeugt von der Wirksamkeit der Serumprophylaxe und berichtete von einem Mißerfolg (Auftreten des Tetanus nach 14 Tagen).

Villar und Schwartz dagegen bekannten sich als Anhänger der Prophylaxe, letzterer auf Grund seiner Erfahrungen im Spital Cochin (Paris), wo Tetanus vor Einführung der prophylaktischen Seruminjektion endemisch war. In 300 Fällen hat er nie nachteilige Folgen gesehen.

Reboul hat vor Einführung der Serumbehandlung sämtliche Kranke verloren. Seitdem wendet er neben lokaler Desinfektion jeder verdächtigen Wunde die prophylaktische Injektion an. Während er vor 1897 fast jedes Jahr 4—5 Kranke an Tetanus verlor hat er seitdem nur 2 Fälle mit rapidem Verlauf gesehen und eingebüßt.

Juillard (Genf) hat das Prinzip der ausnahmslosen Prophylaxe in die Praxis umgesetzt. Seit 1896 wurden im Genfer Kantonspital alle Verletzten gleich beim Eintritt mit einer prophylaktischen Injektion (10 ccm unter die Haut der Brust oder des Abdomens) versehen. Bis auf einen abortiv verlaufenen Tetanus erlebte man bei 700 prophylaktischen Injektionen in 8 Jahren keinen weiteren Fall, bis auf 2 tödlich verlaufene Fälle, bei denen man unglücklicherweise vergessen hatte, die Einspritzung zu machen (also ganz ähnlich wie bei den bereits erwähnten Fällen von Bazy, Guinard und Reboul).

Krafft (Lausanne) teilte mit, daß nach Berner Versuchen die Immunität bei subcutaner Injektion 4—6 Wochen dauert, die durch eventuelle nachfolgende Injektionen verlängert werden kann. Er hatte sich auch bei 508 Chirurgen über die Anwendung von Präventivinjektionen bei Tetanus erkundigt und 122 Antworten bekommen: „84 % des chirurgiens ont confiance dans les injections préventives, 16 % ne leur accardent aucune valeur", 21 haben trotz prophylaktischer Impfung Tetanus erlebt. Er hält die Impfung für „incontestablement utiles". Bei eiternden Wunden müssen sie aber von Woche zu Woche wiederholt werden.

Bei dem durch Straßenkot usw. infizierten Wunden sollte prophylaktisch geimpft werden. Neben der Abneigung des Publikums stehe zur Zeit noch der hohe Preis hindernd im Wege.

Meier und Ransom veröffentlichten 1903 ihre Versuchsergebnisse, die einerseits die Erklärung dafür geben, daß nur eine frühe Seruminjektion prophylaktisch wirksam ist, andererseits machen sie auch die Erfolglosigkeit der Serumtherapie bei ausgebrochenem Tetanus vom theoretischen Standpunkt aus verständlich. Diese beiden Forscher haben nämlich festgestellt, daß das Tetanustoxin die Fähigkeit besitzt, in die peripheren Nerven einzudringen und

den Nerven als Weg benutzt, um ins Rückenmark zu gelangen. In dieser Wanderung des Toxins im Achsenzylinder besteht die Inkubation des Tetanus. Das Antitoxin kann aber bei subcutaner Injektion gar nicht in die Nerven eindringen. Es kann nur auf das im Blut und in den Gewebssäften vorhandene Toxin einwirken, das Gift in den Nerven oder im Rückenmark kann sich aber seinem Einfluß entziehen. Das Serum wirkt nur dann, wenn wenig oder gar kein Toxin den Nervenweg betreten hat.

1905 erschien eine Arbeit von Suter, in der auch 12 Fälle von Tetanus zusammengestellt sind, bei denen trotz vorangegangener Injektion Tetanus ausbrach. Sie zeigen, daß der nach prophylaktischer Seruminjektion auftretende Tetanus in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (10 von 12 = 83,3 %) entweder abortiv, oder doch milder verläuft und jedenfalls in Heilung übergeht, daß also die Mortalität sehr gering ist. Suter erscheint es zweifelhaft, ob wir in unserer Erwartung so weit gehen dürfen, wie Vallas, der glaubt, daß durch die systematische Prophylaxe der Tetanus als Krankheit verschwinden würde, so, wie die Blattern vor der Lymphe verschwunden sind. Suter weist nochmals daraufhin — wie es 1904 Bazy wieder ganz besonders betonte —, daß man nur bei pp. heilenden Wunden sich mit der ersten, gleich beim Eintritt des Patienten vorgenommenen Einspritzung begnügen solle; handelt es sich aber um eiternde Wunden, so muß diese wiederholt werden. Die Dauer der Immunität überschritt kaum 2½ bis 3 Wochen. Bei stark eiternden Wunden sollte die prophylaktische Injektion anfangs zweimal wöchentlich und noch später doch wenigstens alle zwei Wochen wiederholt werden. Wahrscheinlich würde durch ein solches Vorgehen die an und für sich schon geringe Zahl von Versagern noch kleiner werden.

Jacobson und Pease haben der Sammlung Suters 6 neue Fälle aus Amerika hinzugefügt, bei denen Tetanus doch ausbrach. Von diesen genasen 5. Die Zusammenfassung der Arbeit lautet: die prophylaktische Injektion verdient „our fullest confidence", die therapeutische Wirkung ist bei keiner Art der Anwendung derart, daß das nicht frei im Blut und Lymphe vorhandene Toxin unschädlich gemacht werden kann.

Bär hat 15 Versager in der Literatur ausfindig gemacht. Er stellte diese tabellarisch zusammen, die Zeit der ersten Injektion, Menge des Serums, Zeit des Tetanusausbruches, Verlauf und Dauer berücksichtigend. Er kommt zu den gleichen Resultaten wie Suter. Von den 15 starben 4. Diese Mortalität ist eine geringe, bedeutend kleiner als diejenige bei den kurativ mit Serum behandelten Fällen.

Die Zahl ist aber noch viel zu klein, um einen sicheren Schluß zu ziehen. — Im Spital zu Münsterlingen wird die Serumprophylaxe schon seit Jahren durchgeführt.

Lotheissen hat 1906 in seiner Arbeit 22 Fälle von Versagern besprochen. Es mögen vielleicht ein paar Fälle nicht publiziert worden sein, jedenfalls ist die Zahl derjenigen, die nach prophylaktischer Injektion noch Tetanussymptome zeigten, sehr gering. Die Todesfälle ereigneten sich fast alle in Frankreich, nur einer stammt aus Deutschland. Das könnte vielleicht mit der Art des Serums zusammenhängen, dürfte aber eher daher kommen, daß in Frankreich die prophylaktischen Injektionen viel verbreiterter sind als bei uns, wo sie noch durchaus nicht allgemein geübt werden.

Von den 22 Fällen bezeichnet der Verfasser 14 als einwandfrei. Davon verliefen 5 tödlich. Das ist ein ganz günstiger Prozentsatz, nämlich 35,7 %, rechnet man alle Fälle, so ergibt das 28,5 % Mortalität. Rose hat für den Tetanus eine Mortalität von 88 % berechnet.

Behring hat seinerzeit erklärt, daß zur Verhütung des Tetanus die vorbeugende Einspritzung von 20 AE ausreiche. Dieses Maß kann aber nur dann genügen, wenn die Einspritzung sofort nach der Verletzung gemacht wird. Dazu hat man aber nicht immer Gelegenheit, oft gewinnt auch eine Wunde erst nach einiger Zeit ein Aussehen, das sie einer Tetanusinfektion verdächtig wird. Die zur Heilung nötigen Mengen wachsen aber in geometrischer Progression bis zu einer Grenze, wo das Antitoxin unwirksam bleibt. Da man nun niemals die Menge des bei der Verletzung eingeführten bzw. dadurch sich bildenden Giftes kennt, man also den absolut richtigen Zeitpunkt für die Injektion nicht bestimmen kann, zieht Verfasser es vor, in allen Fällen 100 AE zu injizieren. Sehr günstig wäre es freilich, könnte man durch Untersuchung des Blutes noch vor Ausbruch des Tetanus erkennen, ob eine Infektion stattgefunden hat. Leider hat die Serodiagnostik hier vorläufig im Stiche gelassen, da zur Bildung des Tetanusagglutinins meist eine ziemlich lange Zeit erforderlich ist.

Als Gründe für die Versager mit tödlichem Ausgang führt der Verfasser an, daß die Patienten zu wenig Serum erhalten hätten, oder daß man die Injektionen nicht wiederholt hätte. Die Störungen durch die Injektionen sind auf alle Fälle nicht so groß, daß man deshalb eine prophylaktische Injektion unterlassen dürfte, wenn halbwegs die Indikation dafür gegeben ist.

Anläßlich des Chirurgenkongresses 1906 fand eine Diskussion über die Serumtherapie des Tetanus statt. Pochhammer

teilte einen Fall mit, wo trotz prophylaktischer Impfung mit Höchster Serum Tetanus auftrat, der tödlich endigte. Die „Schutzdosis" könne also nicht als ausreichend bezeichnet werden. Er schlug vor, bei verdächtigen Wunden die Schutzimpfung nach 10 bis 14 Tagen zu wiederholen.

Körte hatte Tetanus bei den vielen Überfahrungsverletzungen nicht entstehen sehen.

Friedrich: in Deutschland müssen territorial große Schwankungen hinsichtlich der Häufigkeit des Tetanus vorkommen. In seiner Klinik wird konsequent Serum prophylaktisch angewendet.

Kocher spricht unbedingt der prophylaktischen Impfung das Wort: „Ich würde es einem Arzt sehr übel nehmen und es ihm zum Vorwurf machen, wenn er bei einem Verwandten von mir, der eine mit Straßenerde beschmutzte Wunde hätte, nicht die prophylaktische Injektion machen würde". — Bei einem Fall trat trotz einmaliger Impfung nach 3 Wochen leichter Tetanus auf.

Gauthier erlebte einen Wundstarrkrampf nach einer Operation, trotzdem der Unfall 4½ Monate vorher passierte. Er zog daraus den Schluß, vor Operationen, auch noch lange Zeit nach dem Unfall, vorbeugende Einspritzungen zu machen.

Dehne und Hamburger veröffentlichten 1907 ihre Untersuchungsergebnisse, die Aufklärung bringen sollen über die Frage: „Wie lange dauert beim Menschen die passiv verliehene Immunität?"

Die Verfasser weisen nach, daß die Antitoxinmenge, mit anderen Worten die Größe der passiven Immunität, nicht gleichmäßig und allmählich, sondern ruckweise absinkt. Es zeigte sich eine Zunahme des Antitoxingehaltes vom 1. zum 2., bzw. 3. Tage. Die Resorption ist also 24 Stunden nach der Injektion noch nicht beendet. Mehrere Tage bleibt die Menge dieselbe, um am 7. oder 8. Tage eine plötzliche Abnahme zu zeigen. Weiterhin erfolgt die Ausscheidung staffelförmig und die letzten nachweisbaren Reste verschwinden im Laufe der 3. Woche.

Es zeigte sich auch ein deutlicher zeitlicher Zusammenhang zwischen Serumkrankheitserscheinungen und Antitoxinabfall. Während oder bald nach den Serumerscheinungen ist ein Abfall von Antitoxin nachweisbar. Die Verfasser beweisen also dadurch die Erklärung von der Entstehung der Serumkrankheit, wie sie v. Pirquet und Schick gegeben haben: die Krankheitserscheinungen treten dann auf, wenn die Antikörper auftreten. Freilich werden diese Antikörper in Form der Präcipitine erst einige Tage nach den Krankheitserscheinungen nachweisbar. — Zusammenfassung:

1. Parenteral einverleibtes Antitoxin bleibt auch beim Menschen durch mehrere Tage nach der Injektion in unveränderter Menge im Blut erhalten. Nach einigen Tagen setzt ein kritischer Abfall des Antitoxins ein.

2. Nach diesem ersten Abfall, der gewöhnlich weit mehr als die Hälfte des ganzen einverleibten Antitoxins ausmacht, folgt ein langsames, mehr allmähliches Abnehmen des Antitoxins, das nach 3 Wochen gewöhnlich gänzlich aus dem Blut verschwunden ist.
3. Die Erscheinungen der Serumkrankheit sind zugleich ein Indikator für eine beträchtliche Abnahme des Antitoxins und damit der passiven Immunität.

Bockenheimer glaubte, da die Antitoxinbehandlung für die Praxis noch zu kompliziert sei, Mittel suchen zu müssen, die das Tetanustoxin vollständig zu ersetzen oder seine Wirkung zu stärken imstande seien. Er prüfte eine Reihe lipoider Substanzen, ob dieselben die in der Wunde gebildeten Tetanustoxine in ihrer Heftigkeit herabsetzen oder vollständig neutralisieren könnten.

Es wurden studiert: Lebertran, Paraffinum liquidum, Ol. oliv., Perubalsam, Vaselin, Adeps. Diese Substanzen wurden lokal auf die infizierte Wunde gebracht, in anderen Fällen wurden die Fette in die Nähe der großen abführenden Nervenstämme deponiert oder in die Muskulatur eingespritzt. Gleich nach Anfang der Versuche zeigte sich, daß „alle diese lipoiden Substanzen, einerlei wie sie prophylaktisch appliziert werden, jedenfalls imstande sind, im Tierexperiment den Ausbruch des Tetanus um eine beträchtliche Zeit hinauszuschieben". Besonders bemerkenswerte Resultate ergaben die Versuche mit Perubalsam. Auch ein Gemisch von Perubalsam und Antitoxin wurde versucht. Am wirksamsten zeigte sich eine Mischung von 200 g Perubalsamsalbe mit 2 Flaschen Antitoxin (Höchst). Verfasser empfahl diese „äußerst praktische und billige Behandlungsweise zur Nachprüfung".

Kummer 1908 und Canonne 1909 veröffentlichten bemerkenswerte Beobachtungen. Es ist möglich, daß Zufälle vorliegen, immerhin sind sie auffällig:

Kummer hat seit mehreren Jahren konstant die prophylaktische Seruminjektion durchgeführt. Bei einem Fall von Verletzung durch Sprengminen geschah dies nicht und gerade dieser Fall wurde tetanisch.

Der Fall Canonne: Ein junges Ehepaar wurde von einem Wagen in einen Graben geschleudert. Der Mann erlitt eine kleine Wunde am Kopf, die Frau eine schwere Verletzung der Hand. Die Frau bekam nach antiseptischer Wundbehandlung mit Wasserstoffsuperoxyd 20 ccm Antitoxin. Der nicht prophylaktisch behandelte Mann erkrankte an akutem Tetanus und starb. Die Frau bekam noch eine 2. Injektion und genas, ohne daß sich Erscheinungen von Tetanus einstellten.

Der Amerikaner Cheatle behandelte einen Knaben mit einer durch Erdboden verunreinigten Wunde. Diese wurde gereinigt und es wurde Antitoxin injiziert. 14 Tage später wurden in der Wunde Tetanusbazillen gefunden, es trat aber kein Tetanus auf.

Kolb und Laubenheimer erlebten einen ähnlichen Fall:

Ein 60jähriger Mann kam mit der rechten Hand in eine Dreschmaschine. Die Wunde war mit Erdpartikelchen und Strohstückchen beschmutzt. Sie wurde mit Wasserstoffsuperoxyd gereinigt und mit Perubalsam behandelt. Wiederholt wurde nach der Operation Antitoxin subcutan eingespritzt. — Zusammenfassend wurde über den Fall folgendes gesagt:

In einer schweren Wunde, in der sich Gasentwicklung bemerkbar machte, wurden die Erreger der Gasphlegmone nachgewiesen. Außerdem fanden sich in dem Wundsekret auch Tetanusbazillen, ohne daß es zum Ausbruch tetanischer Erscheinungen kam. Da sofort, nachdem der Kranke in ärztliche Behandlung kam, Tetanusantitoxin eingespritzt wurde, so erhebt sich die Frage, ob das Ausbleiben des Tetanus auf eine Schutzwirkung des Serums zurückzuführen ist. Wie es von vielen Infektionserregern bekannt ist, daß ihre Anwesenheit auf oder in einem empfänglichen Gewebe allein noch nicht genügt, um Krankheitserscheinungen hervorzurufen, so kann das gleiche auch von den Tetanusbazillen angenommen werden, selbst wenn, wie in diesem Falle, die Art der Verletzung für das Zustandekommen eines Tetanus günstige Bedingungen bietet.

Nur dann kann die Frage der vorbeugenden Wirkung des Tetanus-Immunserums mit Sicherheit entschieden werden, wenn in jedem Fall, der prophylaktisch mit Tetanusserum behandelt wird, die Bakterienflora der Wunde unter besonderer Berücksichtigung der anaeroben Keime festgestellt wird.

In den Kliniken von Payr, wo bei jeder verdächtigen Wunde die Schutzimpfung angewendet wird, ist kein eigener Tetanusfall mehr vorgekommen. Gleiches berichten von ihren Kliniken noch Bockenheimer, Schnitzler, Witzel, v. Eiselsberg, Hildebrand, Kocher, Graser u. a. (Sonntag).

Friedrich berichtete, daß trotz des häufigen Vorkommens von Tetanus an der pommerschen Küste seit Einführung der Schutzimpfung unter den Frischverletzten der Greifswalder Klinik mit Ausnahme eines einzigen Falles, den Pochhammer mitgeteilt hat, kein Fall von Tetanus mehr aufgetreten sei, und daß die relativ häufigen Erkrankungen, die auf der Klinik behandelt wurden, sämtliche von außerhalb zugesandt waren, wo nicht prophylaktisch gespritzt wurde.

Wie Kreuter mitteilte, ist in der Erlanger Klinik seit 15 Jahren kein Tetanus bei einer primär in der Klinik versorgten Wunde aufgetreten. Es gelang zweimal mit extrahierten Fremdkörpern beim Tier Tetanus zu erzeugen, während die Patienten gesund blieben.

Heuß erwähnt, daß bei einem Kavallerie-Regiment, bei dem Tetanus endemisch war, alle Offiziere ihre Pferde prophylaktisch spritzen ließen mit dem Erfolg, daß bei den Offizierspferden kein

Tetanus mehr auftrat, während bei den Mannschaftspferden der Tetanus in gewohnter Weise Opfer forderte.

Krönig erwähnt günstige Erfahrungen der belgischen Pferdezüchter mit der Schutzimpfung, Schottelius das Sinken der Mortalität an Tetanus in einem amerikanischen Seruminstitut durch die Einführung der Schutzimpfung von 8—10 % auf 1½ % und weniger.

Remertz schreibt in seiner Dissertation 1911 folgendes: Nachdem der Nachweis von der Schutzwirkung des Tetanusantitoxins in der Veterinärmedizin so überzeugend erbracht worden ist durch den großen Unterschied in der Zahl an Tetanusfällen bei geimpften und nicht geimpften Tieren, so hätte man glauben können, daß derselbe Weg auch zur Erlangung des Beweises für die Praxis beim Menschen zum Ziel führen würde. Dies ist aber nicht geglückt. Mit den gemachten Angaben über das Ausbleiben des Tetanus kann man die Schutzwirkung nicht beweisen, da sie sich auf einen zu kleinen Zeitraum und ein zu geringes Zahlenmaterial erstrecken. Aber alle diese Erfahrungen zusammengefaßt, müssen uns doch zu der Überzeugung gelangen lassen, daß es sich nicht um ein zufälliges Schwinden des Tetanus handeln kann.

Die prophylaktische Injektion von Tetanusantitoxin in flüssigem Zustande übt einen günstigen Einfluß auf den Ausgang des Tetanus aus und setzt seine Mortalität von 85 % auf 40 % herab.

Wie hat sich nun im Auslande die vorbeugende Einspritzung von Wundstarrkrampfserum entwickelt?

An die Spitze muß Frankreich gestellt werden. Die guten Erfahrungen der bereits angeführten Bazy, Guinard u. a. bestätigte Dentu in der Sitzung der Académie médecine vom 9. Juni 1908. Seit 1908 bediente er sich der Schutzimpfung und hatte seitdem keinen Tetanusfall mehr erlebt.

Wie sehr sich die Serumprophylaxe besonders beim Pferd in Frankreich durchgesetzt hat, zeigen folgende Zahlen: 1895 wurden vom Institut Pasteur in Paris 1800 Flaschen zu 10 ccm abgegeben, 1900 bereits 43 000 und 1905 87 000. Nocard und Vaillard haben bei 16 917 Tieren, meist Pferden, die Immunisierung durchgeführt und nur ein Pferd verloren. Während dieser Zeit kamen in einem Bezirk, in dem die Prophylaxe unterlassen wurde, 139 Fälle von Tetanus vor.

Die bis 1908 in Frankreich gemachten Erfahrungen gibt am besten Vaillard wieder:

Er betont, daß das Serum in der Veterinärmedizin alles, was man verlangen könne, geleistet habe; richtig angewendet, wird es beim Menschen dieselben Resultate geben, nur dürfe man nicht einen absoluten Schutz erwarten. Das Serum müsse so rasch wie möglich nach dem Trauma gegeben werden und die Dosis müsse sich nach der Natur und der Schwere der Verletzung richten. Für oberflächliche, den antiseptischen Maßnahmen leicht zugänglichen Verletzungen genügen 10 ccm. Bei schweren Zermalmungen sei eine Dosis von 20—30 ccm angezeigt. Ferner sei es nötig, die Injektion zu wiederholen, sorgfältige Wundbehandlung sei gleichzeitig durchaus notwendig. „L'antisepsis doit être aussi parfaite que possible".

Italien: Tizzoni habe ich bereits angeführt.

Solieri berichtete 1908 über die vorbeugende Serumbehandlung folgendes: während die Antitoxinprophylaxe in Frankreich, ihrer Heimat, und in Deutschland in großartiger Weise zur Anwendung kommt, scheint sie in Italien wenig Anklang gefunden zu haben, wenigstens spricht die italienische Literatur fast nicht hierüber. Solieri pflegte bei Verletzten, die einer Verunreinigung mit Tetanussporen verdächtig waren, die erste Einspritzung sofort vorzunehmen, die folgenden (bis drei) am 2., 6., 8. oder 10. Tage, ohne während dieser Zeit eine gute chirurgische Behandlung aus dem Auge zu lassen. Er erwähnte Fälle aus der Literatur, bei denen trotz der Behandlung Tetanus auftrat und stellte folgendes Dilemma auf:

Entweder ist das Serum, welches auf prophylaktischem Wege für das Pferd sehr wirksam ist, dies nicht beim Menschen, oder in vielen Fällen wurde die Prophylaxe nicht genügend durchgeführt. Die erste Hypothese sei unannehmbar infolge der spezifischen biologischen Reaktionen, die identisch sind, sowohl beim immunisierten Menschen als beim Pferd.

In den meisten bekannten Fällen von Versagern sei ein technischer Irrtum vorgekommen, entweder war die Dosis zu klein, die Einspritzung zu spät vorgenommen oder nicht erneuert, in bezug auf den klinischen Zustand der Wunde. Die neueren Forschungen Tarrazzis, sowie die, die seinen Forschungen folgten, haben nachgewiesen, daß die natürlichen Bedingungen für die Entwicklung der anaeroben Keime, die reine Saprophyten sind und zu deren Familie der Bacillus Nicolaier gehört, aus einem Milieu entstammen, in dem sich totes, organisches Gewebe befindet. Hieraus folgt, daß bei jeder verdächtigen Wunde es notwendig ist, beständig und genau vom ersten Tage an und dann bei jedem Verbandwechsel sämtliche nekrotischen Teile zu entfernen.

In Polen hat man ähnliche Erfahrungen wie bei uns gemacht. Maczkowski sagte schon 1902: bei verunreinigten Wunden ist die prophylaktische Impfung von großer Bedeutung.

Besonders wertvoll für die Beurteilung des Wertes der vorbeugenden Einspritzungen von Tetanusserum sind die Erfahrungen, die man in Amerika bei den Verletzungen am Nationalfeiertag (4. Juli) machte. Die folgende Statistik zeigt den Rückgang des Tetanus unter dem Einfluß der seit 1904 immer mehr angewandten vorbeugenden Tetanusantitoxinbehandlung:

Jahr:	Verletzungen:	Tetanus:	in %:	Todesfälle:	in %:
1903	4449	415	9,35	406	97,8
1904	4169	111	2,52	87	78,4
1905	5176	104	2,01	87	84,0
1906	5466	89	1,45	75	84,0
1907	4413	73	1,65	62	84,0
1908	5623	76	1,35	55	72,4
1909	5307	150	2,82	125	83,2
1910	2923	72	2,46	67	93,0
1911	1603	18	1,12	10	55,5
1912	988	7	0,71	6	86,0
1913	1163	4	0,95	3	75,0
1914	1506	3	0,02	3	100,0

Bei Betrachtung der Tabelle fällt vor allem in die Augen, daß die Zahl der an Tetanus Erkrankten von 415 im Jahre 1903 auf 111 im Jahre 1904 gesunken ist. In diesem Jahre wurde zum ersten Male in großem Maßstabe eine Schutzimpfung vorgenommen. Das „Journal of the American Medical Association“ 1904 schreibt dazu: „Die gute Wirkung des Tetanusantitoxins bei Verletzungen am 4. Juli mag in früheren Jahren schon deutlich gewesen sein, aber so klar wie 1904 ist sie uns noch nie vor Augen getreten. Es kommt daher, daß die prophylaktische Injektion in mehr Fällen als früher gemacht worden ist. In vielen großen Städten hatten sich Hospitäler und Apotheken vor dem 4. Juli mit Antitoxin versehen und gebrauchten es in allen zweifelhaften Fällen. Auch viele Privatärzte bedienten sich seiner. Wir haben jetzt Protokolle über tausend Beobachtungen, wo das Antitoxin nie vergeblich angewandt worden ist. Was kann uns da noch von der prophylaktischen Injektion abhalten?!“. Die Früchte dieses sorgfältigen und zielbewußten Vorgehens sind, wie die Aufstellung ja zeigt, nicht ausgeblieben. Daß nicht etwa einer verbesserten Wundversorgung der Erfolg zuzuschreiben ist, zeigen die Berichte aus einzelnen Krankenhäusern, in denen stets mit derselben Sorgfalt vorgegangen worden ist. In St. Louis wurden 1903 unter der gewöhnlichen Anti- und Asepsis 56 Platzpatronenverletzungen behandelt, es gab dabei 16 Todesfälle an Tetanus. In den nächsten drei Jahren kamen 36, 84, 170 solcher Wunden in Behandlung unter vorhergegangener Pro-

phylaxe, ohne daß eine einzige Erkrankung an Tetanus vorgekommen wäre! Im Hospital zu Harlem wurden 100 Schußverletzungen ohne eine Tetanuserkrankung behandelt. Man hätte sich nach der Statistik auf ungefähr 20 Fälle gefaßt machen müssen. Luckett injizierte 60 Verletzten, die an einem Tage eingeliefert worden waren, 10 ccm Antitoxin, die den Ausbruch des Tetanus verhinderten. Dagegen sah er bei einer Frau, die die Injektion verweigert hatte, einen schweren Tetanus auftreten. — Man kann daher verstehen, wenn Scherck 1908 den prophylaktischen Gebrauch des Antitoxins „the only certain safeguard" nennt.

Der Amerikaner R o w a n erlebte auch einen Fall von Wundstarrkrampf trotz vorbeugender Einspritzung bei einer schwer infizierten Wunde. Da eine einmalige Antitoxininjektion nicht genügt, um den Ausbruch des Tetanus stets zu verhüten, sollte die Gabe wöchentlich wiederholt werden, solange die Wundinfektion anhält.

Für die Beurteilung des Wertes der vorbeugenden Einspritzungen von Wundstarrkrampfserum sind die Erfahrungen, die man bei den Heeren im Frieden und besonders natürlich im Kriege sammelte, sehr aufschlußreich. Den überzeugendsten Beweis für den Nutzen der Serumprophylaxe brachte aber der Weltkrieg mit sich, den man ja in dieser Hinsicht als ein „Massenexperiment" und als eine „traumatische Epidemie" bezeichnet hat. Bis vor kurzem wurden die Weltkriegserfahrungen von der Fachwelt als einwandfrei anerkannt. Da aber in der letzten Zeit einige Stimmen laut wurden, die die Kriegserfahrungen der Serumprophylaxe des Tetanus anzweifeln, möge im Folgenden ein Überblick über die Kriegsergebnisse gegeben werden.

Wundstarrkrampf ist in der preußischen Armee im Frieden nur selten vorgekommen. Nach v. Schjerning war die Erkrankung im Zeitalter Friedrichs des Großen und in den Freiheitskriegen erschreckend verbreitet. Bilguer habe berichtet, daß nach der Schlacht von Prag nicht weniger als 1000 Verwundete daran erkrankt seien. Im Krimkriege 1854—56 gab es unter 12 094 Verwundeten 19 Tetanusfälle (0,15 %). Im Amerikanischen Sezessionskriege 1861/65 erkrankten unter 217 000 Verwundeten 505 oder 0,2 % mit einer Mortalität von 89 %, im Kriege 1870/71 unter 95 000 deutschen Verwundeten 350 oder 0,35 % mit einer Mortalität von 90 %, in der russischen Donauarmee 1877/78 von 51 700 Verwundeten 66 oder 0,12 %.

Im deutschen Heeres-Sanitätsbericht der Jahre 1890—92 heißt es: „Bei den bisherigen überaus traurigen Aussichten für die Heilung des Tetanus durch die zahlreich empfohlenen Mittel ist es begreiflich, daß auch die Sanitätsoffiziere gespannt den Erfolgen der besonders durch Stabsarzt Professor Behring inaugurierten Blutserumtherapie entgegensehen".

Im Heeres-Sanitätsbericht 1894—96 wird zum ersten Male von der Anwendung des Antitoxins Tizzonis bei einem tetanischen Musketier Erwähnung getan, um in der Folgezeit immer mehr genannt zu werden. Wie schon erwähnt, versagte leider das Antitoxin als Heilmittel.

Bei dem deutschen Expeditionskorps in Ostasien 1900/01 wurde vorbeugend Heilserum in einem Feldlazarett bei allen verschmutzten Wunden verwendet, dadurch wurden Tetanuserkrankungen, die sonst in China häufig waren, vermieden.

Am 30. November 1907 empfahl der Wissenschaftliche Senat bei der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das ärztliche Fortbildungswesen die Verwendung von Tetanusheilserum, besonders die vorbeugende Einspritzung. In der Heeres-Sanitätsausrüstung wurde Serum antitetanicum nur im Güterdepot der Sammelstationen vorgesehen.

Es ist bekannt, daß früher im Frieden Tetanus nicht so ganz selten und fast immer auf Platzpatronenverletzungen zurückzuführen war, da die Fließpappe, die zwischen Pulver und Geschoß steckt, oft die Sporen des Tetanusbazillus enthielt. Mit der grundsätzlich durchgeführten Sterilisierung dieser Pappe verschwand der Wundstarrkrampf aus der Friedensarmee - verschwand so gründlich, daß die Rubrik „Wundstarrkrampf" aus den Krankenrapportlisten gestrichen wurde.

Wie selten der Wundstarrkrampf in Friedenszeiten glücklicherweise ist (0,18 ‰), zeigt die folgende Tabelle, die auch noch erkennen läßt, welche Wundarten besonders Wundstarrkrampf im Gefolge haben. Die Angaben betreffen das deutsche Heer in den Jahren 1890 bis 1912:

Art der Verletzung	Zahl der Verletzungen	Tetanus (absolut u. p. Mille)	Bemerkungen
Schußwunden	6 445	22 = 3,41	davon 16 nach Platzpatronenverletzungen.
Hieb-, Schnitt-, Stich-, Riß-, Quetsch- u. Bißwunden .	330 696	56 = 0,17	
Knochenbrüche	68 859	5 = 0,07	
Erfrierungen	32 207	1 = 0,031	
Verbrennungen	37 669	1 = 0,026	
Zusammen	475 876	85 = 0,18	

Die aus den früheren Anschauungen vom Wesen des Tetanus begründeten Abwehrgesetze – in der Hauptsache Schutz gegen Erkältungsgefahren und Kälteeinflüsse einerseits, und mechanische Reinigung der Wunden von Knochensplittern und Fremdkörpern jeder Art, Ruhigstellung des verwundeten Körperteiles und schonendster Abtransport andererseits — bedurften bei der Mobilmachung einer besonderen Berücksichtigung schon deshalb nicht, weil sie eben zu jeder modernen Wundbehandlung im Krieg und Frieden gehörten.

„Eine vorbeugende Behandlung des Wundstarrkrampfes, soll sie nicht aufs Geratewohl stattfinden, müßte bei der Seltenheit des Tetanus und der Häufigkeit der Wunden sich nach bestimmten Anhaltspunkten richten. Man kann doch nicht alle Welt prophylaktisch immunisieren, wenn das überhaupt möglich ist, es fragt sich also: kann man schon aus der Wunde entnehmen, ob der Kranke mit Sicherheit oder einiger Wahrscheinlichkeit von Tetanus befallen werden wird?“ (Rose).

Dieser Zweifel ist nie verscheucht worden, und mit ihm stand das unbedingte Nein auf die am Schlusse aufgeworfene Frage im Bunde. Wann sollte nun geimpft werden, wann nicht? Die so geschaffene Zwangslage wurde nun noch dadurch verschlimmert, daß weder die Wirksamkeit noch die Unschädlichkeit des Mittels — also zwei Voraussetzungen, die für die Einführung des Mittels und einer Methode für den Militärdienst eine Selbstverständlichkeit bedeuten — bewiesen war. Mochten die Meinungen über Häufigkeit und Schwere unerwünschter Nebenwirkungen des Vorbeugungsmittels auf den Körper auch übertrieben sein, allein schon die von niemand geleugnete Tatsache, daß bei dem doch seltenen Gebrauch des Antitoxins immer wieder von seinen unliebsamen Folgen, dem ersten Anzeichen der Serumkrankheit bis zur lebensbedrohenden Anaphylaxie, berichtet wurde, mußte mit der Gewißheit rechnen lassen, daß bei einer systematischen, d. h. also sich oft wiederholenden Serumverabfolgung sich diese Gefahr in einer Weise häufen müßte, die für den militärischen Dienst einfach unerträglich wäre.

Sprach somit schon eigentlich alles gegen die Einführung der systematischen, um nicht zu sagen automatischen Serumprophylaxe, so genügte nur noch ein Blick in die Sanitätsberichte der fremdherrlichen Heere, um sich zu überzeugen, daß nirgends eine wirkliche Prophylaxe geübt, sondern nur eine willkürliche, dem Gutdünken des einzelnen überlassene Verwendung des Antitoxins gepflegt wurde, ohne daß der Tetanus mehr war und wurde als eine seltene Ausnahme.

Aus diesen Gründen besaß das deutsche Heer keine Mobilmachungsvorbereitung für Wundstarrkrampfvorbeugung. Das gehäufte Auftreten des Tetanus in den ersten Kriegsmonaten bedeutete ja auch eine große Überraschung.

Nachdem bei Kriegsausbruch für die Tetanusprophylaxe so gut wie gar kein Serum vorhanden gewesen, aber schon in den ersten Kriegstagen lebhafte und in den folgenden Wochen zum Maximum gesteigerte Anforderungen von Tetanusserum bei dem Kriegsministerium eingelaufen waren, wurde umgehend mit der Herstellung des sehnsüchtigst geforderten Serums begonnen und bis zur Fertigstellung das amerikanische Serum, soweit es nach Deutschland zu schaffen noch glückte, ausgegeben.

Mangel an Serum lag in Deutschland bis Dezember 1914 vor, aber schon für Januar 1915 konnte v. Behring selbst die beruhigende Mitteilung machen, daß monatlich 100 000 Schutzdosen voraussichtlich genügen dürften, den Bedarf für unser deutsches Kriegsheer zu decken. Solange freilich viele Fälle von schon ausgebrochenem Tetanus serumtherapeutisch zu behandeln waren, verringerten sich diese Zahlen ganz beträchtlich, da durchschnittlich für jeden ausgebrochenen Tetanusfall mindestens 300 AE therapeutisch verbraucht wurden. Aber schon damals wies v. Behring daraufhin, daß zu erwarten stand, daß mit der zunehmenden vorbeugenden Behandlung der Verbrauch von Tetanusantitoxin für die kurative Serumtherapie stetig abnehmen würde; und mit dieser Voraussage hat er recht behalten.

Über den Gang der Ereignisse berichtet Konrich, der Referent der Medizinal-Abteilung des Kriegsministeriums, der während des ganzen Krieges die Bereitstellung der Seren und Impfstoffe zu bearbeiten hatte:

„22. September 1914 wird ein Merkblatt über den Nutzen des Serumschutzes herausgegeben.

4. Oktober 1914 empfiehlt der Feldsanitätschef, von der therapeutischen Anwendung des Tetanusserums möglichst abzusehen, da der Nutzen sehr fraglich sei; dafür sollten aber alle Verwundeten vorbeugend Serum erhalten, wenn die Wunde grob verunreinigt wäre (Erde, Pferdemist) oder Tuchfetzen oder dergleichen darin zu sehen oder zu vermuten wären oder wenn sie besonders ausgedehnt und flächenhaft wäre.

Am 12. November 1914 wurden die Heimatlazarette angewiesen, jeden Verwundeten schutzzuimpfen, wenn es ungewiß wäre, ob die Impfung im Felde vorgenommen wurde.

16. April 1915 stehen die Erfolge der Prophylaxe bereits so sehr fest, daß die Schutzimpfung jedes Verwundeten vorgeschrieben wird — soweit die Serumvorräte es erlauben. Die Serumeinspritzung soll so früh wie möglich vorgenommen werden, weshalb das Serum in die vordere Linie vorgezogen wird. Auch jetzt wird noch darauf hingewiesen, daß die

therapeutische Serumanwendung auf das äußerst zulässige Maß zu beschränken ist, um die Serumprophylaxe nicht zu beeinträchtigen. Schon zu diesem Zeitpunkt ist also praktisch der Endzustand der Serumbehandlung erreicht: möglichst keine Therapie, da doch kaum von Nutzen — aber jeden Verwundeten schützen durch frühzeitige Serumanwendung.

7. Mai 1915 wird empfohlen, bei schweren Gewebszerstörungen (Artillerie, Minenwerfer) und Wundverunreinigung mit Erde, Tuchfetzen, Fremdkörpern, die Serumgabe nach einigen Tagen zu wiederholen. Von diesem Tage an war die Serumerzeugung und -bereitstellung allen Anforderungen gewachsen und hat von da an niemals versagt.

Am 10. Juli 1916 erhielten die Heimatlazarette nochmals Weisung, jeden Verwundeten sofort mit Serum zu versehen, wenn irgend Zweifel daran bestehen, ob dies im Felde geschehen ist. Da der Schutz in ausreichender Stärke nur etwa 8 Tage anhielte, sei beim Wechsel größerer Verbände oder Operationen nach dieser Zeit nochmals eine Serumgabe zu geben, um Erreger unschädlich zu machen, die etwa durch die erwähnten Eingriffe mobilisiert werden könnten. Diese zweite Einspritzung sei auch vor jeder Operation zwischen dem 7. Tage und dem Ende des 3. Monats zu machen.

Am 27. März 1917 verfügte der Feldsanitätschef, daß selbst bei geringfügigsten Verletzungen, deretwegen die Leute den Truppenarzt nicht aufzusuchen pflegten, die Tetanusschutzimpfung vorzunehmen sei."

Aus dieser zeitlich geordneten Darstellung geht klar hervor, daß die Tetanusserumbehandlung seitens der verantwortlichen Dienststellen in Feldheer und Heimat von vornherein den geraden Weg gegangen ist: möglichst schnelle Bereitstellung des Serums in solchen Mengen, daß jeder Verwundete vorbeugend behandelt werden konnte, frühzeitige Anwendung des Serums, um seinen Erfolg zu erhöhen, wiederholte Einspritzung bei schweren Fällen, um Spättetanus zu vermeiden.

Und nun zu den Erfolgen dieser Maßnahmen.

Der beste Beweis für den Nutzen der vorbeugenden Einspritzungen ist das fast schlagartige Zurückgehen der Tetanusfälle im Herbst 1914, als die Serumvorbeugung im großen einsetzte. In den späteren großen Materialschlachten stieg die Erkrankungsziffer auch nicht wieder an.

Dies zeigen die folgenden 5 Tabellen:

1. Tabelle:

Der Tetanus im deutschen Heere in Frankreich und Rußland im ersten Kriegsjahre:

	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.
Frankreich	64	620	500	343	129	138	75	81	17	18	13	8	3
Rußland		20	17	18	48	20	36	5	—	53	15	9	25

Die geringe Zahl im August 1914 ist durch die mangelhafte Rapporterstattung infolge des Vormarsches und auf die Nichterfassung der sofort in die Heimat transportierten Verwundeten zu erklären. Man sieht vom November an einen sehr starken Rückgang. Der Stellungskrieg begann schon im September, also bessere sanitäre Maßnahmen hatten keinen Einfluß. Diese Tabelle zeigt auch, daß die zahlreichsten Erkrankungsfälle in den ersten Kriegsmonaten auf dem westlichen Kriegsschauplatz vorgekommen sind. Die 1656 Erkrankungen im Westen vom August bis Dezember 1914 bilden bei 431 726 Verwundungen dieser Zeit 3,8 ‰. Dieses Verhältnis entspricht ungefähr dem des Krieges 1870/71. Im französischen Heer trat der Wundstarrkrampf etwas häufiger auf. Vom 1. August 1914 bis 31. März 1915 erkrankten 3949 Soldaten = 5 ‰ der Verwundeten. Im englischen Heere in Frankreich erkrankten an Tetanus vom 1. August 1914 bis 31. Dezember 1915: 273 = 3,7 ‰ der Verwundeten; die Todesziffer betrug 67,0 %.

2. Tabelle:

Sterblichkeit August 1914 bis Dezember 1915

	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
Zahl d. Kranken	64	640	517	361	177	158	111	86	17
davon gestorb.	34	470	378	261	102	110	65	44	10
in %	*53,2*	*73,4*	*73,1*	*72,3*	*57,6*	*69,6*	*58,6*	*51,2*	*58,8*
Ausgang unbekannt	30	144	77	59	44	27	26	31	4
in %	*46,8*	*22,5*	*14,9*	*16,3*	*24,9*	*17,1*	*23,4*	*36,0*	*23,5*
Gesamtsumme	64	614	455	320	146	137	91	75	14
in %	*100,0*	*95,9*	*88,0*	*88,6*	*82,5*	*86,7*	*82,0*	*87,2*	*82,3*

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Zahl d. Kranken	71	28	17	28	20	45	23	7
davon gestorb.	44	19	8	12	14	21	12	1
in %	*62,0*	*67,9*	*47,0*	*42,9*	*70,0*	*46,7*	*52,2*	*14,3*
Ausgang unbekannt	17	6	4	14	6	15	5	2
in %	*23,9*	*21,4*	*23,6*	*50,0*	*30,0*	*33,3*	*21,7*	*28,6*
Gesamtsumme	61	25	12	26	20	36	17	3
in %	*85,9*	*89,3*	*70,6*	*92,9*	*100,0*	*80,0*	*73,9*	*42,9*

Aus der zweiten Aufstellung kann man ersehen, daß die Mortalität in den beiden ersten Kriegsjahren gesunken ist, nur Ende des

Sommers 1915 ist wieder ein Anstieg. Das Sinken der Todesziffer ab Oktober 1914 muß man wohl der Antitoxinanwendung gutschreiben, zumal andere ätiologisch wirkende Heilmittel gegen den Wundstarrkrampf nicht vorhanden sind.

3. Tabelle:

Tetanuserkrankungen im deutschen Heere (vom August des einen bis zum Juli des nächsten Jahres gerechnet):

Zahl der Erkrankten	1914/1915:	2 247
	1915/1916:	405
	1916/1917:	440
	1917/1918:	508
	1914/1918:	3 600.

Dazu kommen noch die Tetanuserkrankungen, die auf den monatlichen Krankenrapportlisten nicht erfaßt worden sind.

Man kann also mit 4000 bis 4500 Tetanuserkrankungen des deutschen Heeres 1914 bis 1918 rechnen, was 1 ‰ von allen in ärztliche Behandlung gelangten 4 814 557 Verwundeten ausmachen dürfte.

Auch die Zahlen des französischen Sanitätsberichtes ergeben ein eindeutiges Bild über die Wirksamkeit des Schutzstoffes. Bei den Franzosen bürgerte sich die Prophylaxe erst allmählich in der zweiten Hälfte des ersten Kriegsjahres ein. Die Zahlen sind:

4. Tabelle:

1. Halbjahr	3949 Fälle		6. Halbjahr	151 Fälle	
2. „	1143 „		7. „	47 „	
3. „	267 „		8. „	132 „	
4. „	268 „		9. „	18 „	
5. „	75 „				

Daß der Stellungskrieg bei diesem Rückgang nicht eine entscheidende Rolle gespielt hat, zeigen auch diese Zahlen. Zur Zeit der großen Materialschlachten an der Somme, bei Verdun, in der Doppelschlacht in der Champagne usw. und vor allem nach der großen Offensive März-April 1918 hätten die Tetanusfälle zu ähnlicher Höhe wie in den ersten Kriegsmonaten emporschnellen müssen. Das aber war weder bei uns noch bei den Franzosen der Fall.

Noch beweiskräftiger als diese absoluten Zahlen sind die relativen, d. h. die aus dem Verhältnis zu der Zahl der Verwundeten errechneten:

5. Tabelle:

	Deutsche	Franzosen	Engländer
Tetanusfälle im Anfang	0,38 %	0,5 %	0, 88 %
Tetanusfälle zum Schluß	0,04 %	0,05 %	0,127 %

Diese Zahlen besagen, daß 10000 Verwundeten im deutschen Heer die Tetanus-Infektion erspart blieb (Franz). Sie sind amtlich errechnet. Es kann also niemand behaupten, daß die Wirksamkeit der Schutzimpfung im Kriege nicht zahlenmäßig belegt wäre.

Die Seltenheit des Wundstarrkrampfes erlaubt ein Urteil über die Serumprophylaxe nur, wenn man ganz große Zahlenreihen bringt. Payr teilt mit, daß nach Besprechung mit einem Mathematiker mindestens 3000 Fälle notwendig sind, um sich vor Täuschungen durch die Statistik zu schützen. Was sollen daher die Friedenszusammenstellungen besagen gegenüber den Erfahrungen des Weltkrieges bei insgesamt 12998085 Verwundeten aller beteiligten Heere, gewonnen unter denselben geographischen Bedingungen und unter Erfassung aller Verwundeten?

10050000 Schutzgaben Tetanusantitoxin und
85389 Heilgaben wurden verbraucht!

Die Zahlen des Weltkrieges sind deswegen so bedeutungsvoll, weil im Anfang keine Prophylaxe getrieben wurde. Hätten sich die Ärzte nicht von dem Segen der Prophylaxe überzeugt, dann wäre diese umständliche und teure Maßnahme sehr bald verlassen worden und hätte nicht zu der obligatorischen Einführung durch die obersten Sanitätsbehörden aller beteiligten Mächte geführt. Allein die anfangs spärlichen Einzelbeobachtungen waren doch so eindrucksvoll, daß sich immer mehr Ärzte von dem Wert des Serums überzeugen ließen.

So hat Franz in Roulers im Herbst 1914 in den Kriegslazaretten unter 2000 Verwundeten keinen Tetanusfall gesehen, der mit deutschem Serum vorbehandelt war; die wenigen Fälle, die beobachtet wurden, waren mit amerikanischem Serum gespritzt oder sie waren nicht gleich nach der Verwundung mit Antitoxin behandelt worden. Unter 2000 Nichtgespritzten oder nur vereinzelt Gespritzten erlebte Franz dagegen 17 Tetanusfälle.

Hufnagel berichtet, daß ins Festungslazarett Namur vom 11. September bis zum 30. November 1914 im ganzen 2193 Mannschaften zur Aufnahme gelangten, darunter 27 Tetanusfälle, die nicht gespritzt waren. Unter 1195 Gespritzten sah er keinen.

Hübner will nun die Abnahme der Tetanuserkrankungen in Zusammenhang mit der kunstgerechteren Wundbehandlung seit Beginn des Stellungskrieges bringen, die seiner Ansicht nach bei Beurteilung dieser Frage nicht berücksichtigt wurde. Gerade die beiden Beobachtungsreihen von Franz und Hufnagel sprechen dagegen. Denn es handelt sich um dieselbe Zeit zu Beginn des Stellungskrieges und um dieselben Ärzte an der Front. Eine Änderung in der Wundbehandlung war während dieser Zeitspanne sicher nicht eingetreten. Die primäre Wundtoilette und Friedrichsche

Wundausschneidung haben sich viel langsamer durchgesetzt und sind während des Krieges längst nicht Allgemeingut geworden. Die Wundexzision hat sich sogar heute nach über 20 Jahren unter unendlich viel besseren Verhältnissen noch nicht völlig durchgesetzt. Und nun denke man an die großen Schlachten mit ihren ungeheuren Verlusten, wo auch der beste Chirurg niemals rechtzeitig hätte durchkommen können, wo es tagelang dauerte, bis die Verwundeten in die Hände eines Chirurgen kamen, und wieder Tage, bis aufgearbeitet war. Der Zeitverlust, der ja bei der Bekämpfung des Wundstarrkrampfes eine große Rolle spielt, ist — soweit die chirurgische Wundbehandlung in Frage kommt — für eine sehr große Anzahl der Verwundeten niemals in dem Maße ausgeschaltet worden, wie es den Wünschen der Chirurgen entsprochen hätte. Wohl aber ist in schnell zunehmender Ausdehnung rechtzeitige Serumprophylaxe getrieben worden (Schöne).

Was die Wundexzision anbelangt, so ist zu bemerken, daß Friedrich, der sie theoretisch begründet und in der Praxis durchgesetzt hat, diese mit Maß handhabte. Er erwartete von ihr wohl einen erheblichen, aber keinen absoluten Schutz gegenüber dem Ausbruch eines Wundstarrkrampfes, wie es heute Böhler tut. Friedrich trat ebenso entschlossen für die Serumprophylaxe des Tetanus ein.

Ganz abgesehen davon, daß die Wundexzision überhaupt nur bei einem Teil der Wunden durchführbar ist, so ist zu bedenken, daß zu ihrer richtigen Durchführung große Erfahrung nötig ist. Bei den großen Offensiven fehlt es auch einfach an Zeit und Personal, um dieser Forderung gerecht zu werden.

Der Wert der Serumprophylaxe wurde nach dem Kriege allgemein anerkannt. Zu Beginn des Krieges war er zwar für denjenigen, der die Literatur aufmerksam durchforscht oder an eigenem Material genügend Beobachtungen gemacht hatte, auch schon so gut wie ausgemacht, genoß aber keineswegs die allgemeine Anerkennung. Aber schon unter dem Eindruck der ersten Kriegserfahrungen und besonders am Ende des Weltkrieges hatte sich der Standpunkt ganz wesentlich geändert. Es gab wohl keinen Arzt mehr, der an dem Nutzen der Serumeinspritzungen und an der Notwendigkeit ihrer Anwendung zweifelte.

Kreuter bemerkte dazu: „Die Kriegslehren müssen in die Friedenspraxis übergehen. Von nun an muß man mit Kocher jeden Arzt zur Verantwortung ziehen, der bei einer verdächtigen Verletzung versäumte, Heilserum zu verabfolgen. Ein eiserner Bestand an solchem sollte behördlich von jedem Praktiker verlangt werden."

Als dann in der Übergangszeit die im Kriege geübte Prophylaxe auf die Friedenspraxis übertragen werden sollte, ergaben sich eine Reihe von Unklarheiten und Fragestellungen von seiten der Praktiker, auf die in den Fachzeitschriften unsichere und zum Teil auch widersprechende Antworten erfolgten.

Um nun Klarheit in das Problem der Tetanusprophylaxe zu bringen, muß man es zunächst allgemein theoretisch und dann praktisch erörtern.

Was zunächst die Pathologie des Tetanus betrifft, so ist festzustellen, daß noch keine Einigkeit besteht, besonders hinsichtlich der Giftwanderung. Allgemein gilt die Ansicht, daß das Gift in den peri- und endoneuralen Lymphbahnen der motorischen Nerven, nicht der sensiblen, zu den Vorderhörnerzellen des Rückenmarkes wandert und hier die erhöhte Reflexerregbarkeit der vorderen Wurzeln hervorruft. Nach den Versuchen von Abel und Mitarbeitern (Baltimore) soll das Tetanustoxin weder in den Achsenzylindern, noch in den Lymphgefäßen oder den Gewebsspalten der peripheren motorischen Nerven zu den Zellen des Zentral-Nerven-Systems gefördert werden, sondern ihre Ausbreitung im Organismus auf dem Wege der Blutbahn finden. Auch Doerr und Mitarbeiter (Basel) haben in dieser Richtung Versuche unternommen und teilen mit, daß die Hypothese der Toxinwanderung in den Lymphbahnen der Nerven kaum aufrechterhalten werden kann.

Der Einbruch der Tetanusbazillen in die Blutbahn und die inneren Organe war bisher nicht geglückt zu beweisen, weil ein kultureller Nachweis schwer war. Erst Zeißler hat die Wege dazu gewiesen, ihn zu erbringen, wenn im verdächtigen Material die Sporen in lebensfähiger Form enthalten sind. Heutzutage ist nur das positive Ergebnis der Kultur noch maßgebend, nur mikroskopische Befunde sind nicht beweisend! (Mayer.) Deshalb sind auch die Angaben Buzellos, daß sich im menschlichen Darminhalt Tetanusbazillen finden, abzulehnen. Mayer ist das kulturell nie geglückt.

Auch H. Schmidt meint, daß es durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt, daß nicht jeder Tetanusbazillus in gleicher Weise zur Giftbildung befähigt ist, denn derartige Verschiedenheiten sind uns beim Diphtheriebazillus bekannt und kommen, soviel wir heute wissen, auch beim Fränkel-Bazillus vor. Es ist wahrscheinlich, daß viele Tetanusbazillen, die in Wunden gelangen, bei nur schwachem Giftbildungsvermögen und ihnen wenig zusagenden Wachstumsbedingungen, den normalen Abwehrkräften des Organismus erliegen, bevor genügend Gift zu einem Wundstarrkrampf gebildet werden konnte.

Bezüglich der Giftwanderung sei noch eine wichtige Arbeit von Bromeis erwähnt:

Die Inkubationszeit läßt sich in 4 Abschnitte unterteilen:

1. die Zeit der Bildung des Giftes an der Eintrittspforte,
2. die Wanderungszeit des Giftes von dieser Stelle bis zum regionalen Nerven und seiner Aufnahme in den Nerven,
3. die Wanderungszeit im Nerven zum ZNS,
4. die „Anflutungszeit" des Giftes im ZNS, d. h. Ansammlung genügender Mengen an dieser Stelle und Eindringen der Giftmoleküle in die Zellen.

Versuchsergebnisse:

Der Weg in den Lymphbahnen des Gewebes von der Bildungsstätte zum regionalen Nerven wird vom Gift etwa in einer Stunde pro Zentimeter zurückgelegt, der Weg im Nerven zum Rückenmark noch etwas schneller. Letzterer nimmt bei Kaninchen und Meerschweinchen rund 1/3 der gesamten Inkubationszeit in Anspruch. Der weitaus größte Teil der Inkubation, mehr als die Hälfte, wird von der Anflutungszeit und Aufnahme in die Zellen des Rückenmarkes beansprucht, nur ein verschwindend kleiner Teil, vielleicht etwa der 10.—30. Teil für die Wanderung vom Giftdepot zum Nerven. Soweit also die erheblichen, vom regionalen Nerv aufgenommenen Giftmengen in Frage kommen, ist die für die Antitoxinwirkung mögliche Zeit außerordentlich kurz, die ganzen Antitoxingaben sollen daher auf den ersten oder die beiden ersten Tage „massiert" werden.

Froboese teilt noch mit, daß die neueren Untersuchungen Mayers durch Piringer bestätigt wurden, daß sowohl bei Mensch wie Tier die Tetanusbazillen auch frühzeitig in die Blutbahn übertreten und den Organismus überschwemmen. Es liegt danach eine „septische Erkrankung" im Sinne Schottmüllers vor, und so müssen wir in Zukunft auch bei der Bewertung der Antitoxinprophylaxe und Behandlung — wie bei jeder anderen pyogenen Wundinfektion — sehr berücksichtigen, ob wir es mit einer lokalen Tetanusinfektion, einer reinen Toxinüberwanderung ins Blut, oder einer Tetanusbazillensepsis zu tun haben.

Allgemein bekannt ist die geographische Verschiedenheit des Vorkommens der Wundstarrkrampfkeime. Das hat klar der Weltkrieg bewiesen und dieses scheinbar an die Bodenbeschaffenheit gebundene Vorkommen der Tetanusbazillen wurde in der Nachkriegszeit u. a. durch Lang und Campell in der Schweiz und dann auch in Deutschland durch Loewe, Hinstorff, Drescher, R. Schmidt u. a. festgestellt. Aber wie schon Hinstorff ganz richtig sagte, ist es ziemlich gleichgültig, ob in einem Bezirk bestimmte Bakterien vorkommen oder nicht; maßgebend ist letzten Endes die Tatsache, ob sie in ihrem Zustande für den menschlichen Organismus pathogen sind. Die ganze Tetanusfrage ist ohne Zweifel

überhaupt nicht so einfach, wie man nach den Reagenzglas- und Tierversuchen annehmen möchte. Nicht die Anwesenheit des Tetanusbazillus ist entscheidend, sondern seine Virulenz, also die Frage: Saprophyt oder Parasit. Hinstorff hält deshalb auch die Methode bakteriologischer Erdprobenuntersuchungen nicht für die alleinseligmachende, sondern glaubt, daß wir uns, mit gewissen Einschränkungen natürlich, den empirisch gefundenen Verhältnissen nicht verschließen sollten.

Wie liegen nun die Verhältnisse hier in Berlin? Die in der Literatur vorliegenden Angaben stimmen nicht überein. Schon auf dem Chirurgenkongreß 1906 gingen die Meinungen über die Notwendigkeit der Immunisierung mit Tetanusserum erheblich auseinander. Während Friedrich und besonders Kocher für die Schutzeinspritzung eintraten, teilte Körte mit, daß er von einer Prophylaxe vollständig absehe, da Berlin anscheinend für das Gedeihen der Tetanuskeime keinen geeigneten Boden biete.

Busch: Im Krankenhaus Urban waren bis zum letzten Chirurgenkongreß prophylaktische Tetanusantitoxininjektionen nicht gemacht worden. Beim Verletzungsmaterial von Urban ist die Gefahr der Infektion durch Tetanus „außerordentlich gering" und eine Durchführung der vorbeugenden Anwendung des Serums würde für Berlin nicht gefordert werden können. Zu erwägen würde sie sein bei großen, mit Straßenschmutz verunreinigten, stark gequetschten Wunden, bei Verunreinigung der Wunde mit Gartenerde, bei Schußverletzungen mit Platzpatronen sowie bei Frostgangrän.

Nach Magula berichtete Busch über 3 Fälle von Tetanus unter 4313 traumatischen Verletzungen (0,06 %).

Bier: Ich habe in meiner Greifswalder Tätigkeit, d. h. in den allerersten Jahren des jetzigen Jahrhunderts, durch sehr unliebsame Erfahrungen belehrt, streng darauf gehalten, daß alle Kranken mit gequetschten und verschmutzten Wunden prophylaktisch mit Tetanusserum gespritzt wurden. Diese Gepflogenheit wollte ich in Berlin (1907) beibehalten, hörte aber von den damaligen Assistenten, daß dort Tetanus selten beobachtet würde. Deshalb unterließ ich zunächst die Verabfolgung des Serums. Mehrere Fälle von Tetanus, die danach eintraten, veranlaßten mich, es wieder anzuwenden. Dieser Gewohnheit bin ich im Frieden und im Kriege bis zu meinem Abgang, und zwar wie ich glaube mit bestem Erfolge, treu geblieben. Wenn ich mich deshalb als unbedingten Anhänger der prophylaktischen Serumeinspritzung bekenne, so gebe ich doch zu, daß die örtlichen Verhältnisse und Erfahrungen maßgebend sein müssen.

Rostock: Wir pflegen jede verdächtige Wunde zu immunisieren. Im Kohlebergbau war die Sachlage wegen der Sterilität der Kohle ganz anders. In Berlin habe ich nur einen Fall von Tetanus erlebt, der mit bestehender Erkrankung in die Klinik kam und gerettet werden konnte. Bei den von uns behandelten frischen Verletzungen haben wir nie einen Tetanus erlebt.

Während die bisherigen Angaben dafür sprechen, daß das „Berliner Pflaster" ungefährlich ist, lassen im Gegensatz dazu die folgenden Zahlen darauf schließen, daß der Wundstarrkrampf in Berlin relativ häufig vorkommt:

In den Jahren 1889—1909 erkrankten in Preußen (aufgeteilt nach Regierungsbezirken) berechnet auf 10 Mill. Einwohner an Tetanus:

Berlin	160,8	Potsdam	56,0	Düsseldorf	34,7
Stralsund	137,3	Aachen	52,0	Koblenz	34,2
Breslau	91,5	Posen	50,4	Lüneburg	33,6
Köln	85,7	Kassel	48,9	Köslin	33,5
Wiesbaden	80,1	Oppeln	48,4	Frankfurt	32,8
Königsberg	76,8	Magdeburg	47,0	Osnabrück	32,6
Danzig	68,9	Allenstein	45,1	Marienwerder	31,3
Schleswig	67,1	Sigmaringen	45,0	Arnsberg	30,7
Stettin	67,0	Münster	41,5	Minden	30,1
Merseburg	61,9	Liegnitz	41,4	Stade	16,3
Hildesheim	58,4	Erfurt	39,1	Trier	14,4
Gumbinnen	56,9	Aurich	38,6		
Hannover	56,2	Bromberg	37,9		

Danach steht also Berlin mit über 160 Erkrankungen weit an der Spitze.

Bei der großen Rundfrage Loewes in den Jahren 1928/29 wurden ihm aus den Berliner Krankenhäusern 26 Fälle gemeldet, dagegen aus der übrigen Provinz nur wenige. Er sagt dazu: das beweist nicht, daß Berlin in erschreckendem Maße mit Tetanus verseucht ist, sondern nur, daß der Ruf der berühmten Krankenhäuser Berlins die Kranken der weiteren Umgebung magnetisch angezogen hat.

Eine Abhängigkeit der Erkrankungsziffer von der Jahreszeit ist oft behauptet worden, doch kann dies nicht sicher angenommen werden (Rostock).

Die Wirkungsdauer der passiven Immunisierung zu kennen, ist praktisch sehr wichtig. Es liegen genügend Erfahrungen und Versuche vor, die eine ausreichend sichere Beurteilung der zeitlichen Grenze des Serumschutzes ermöglichen.

Die Versuche von Dehne und Hamburger, die bereits 1907 ein plötzliches Abfallen des Antitoxingehaltes des Blutes am 7.—8. Tag

feststellten, habe ich schon angeführt. Auch die allgemeinen Erfahrungen haben gelehrt, daß mit einer einmaligen Serumgabe in der üblichen Höhe ein länger als 10 Tage dauernder Schutz nicht erzielt werden kann. Nach dieser Zeit ist der größte Teil der eingespritzten Antitoxinmenge mit dem artfremden Eiweiß wieder ausgeschieden. Bei weitaus den meisten Kriegs- und Friedensverletzungen genügt diese Wirkungsdauer. Nach dieser Zeit ist die Infektionsgefahr für gewöhnlich beseitigt. Die große Mehrzahl der Wunden ist soweit verheilt, daß die kleinen Eingriffe, wie Verbandwechsel und andere Lagerung des verletzten Gliedes nicht genügen, um noch zurückgebliebene Tetanuskeime durch Schaffung günstigerer Lebensbedingungen zu aktivieren. Bei allen anderen größeren Eingriffen, Sekundärnaht, Fremdkörperentfernung, Sequestrotomie, plastischen Nachoperationen usw. ist stets die Möglichkeit des Aufflackerns einer bis dahin ruhenden Infektion gegeben.

Gold hat den Antitoxingehalt des Blutes bei Erwachsenen nach subcutaner Einspritzung von 1500 AE bestimmt: er beträgt vom 4. bis 11. Tage zwischen 0,1—0,25 Einheiten pro ccm.

Was nun die zur Serumprophylaxe nötige Antitoxinmenge betrifft, so haben tausendfach bewährte Erfahrungen gelehrt, daß eine 20 alten deutschen Antitoxineinheiten entsprechende Serummenge dazu genügt. Eine neue deutsche Einheit entspricht $^1/_2$ amerikanischen Einheit, ist also identisch mit der konventionellen internationalen Einheit und entspricht $^1/_{160}$ der alten deutschen Einheit. Eine zur Serumprophylaxe normalerweise ausreichende Dosis beträgt, in gleicher Weise für Kinder oder Erwachsene, rund 3000 neue deutsche bzw. internationale Einheiten. Vom 1. Juli 1939 ab wurde es allen deutschen Serumfabriken zur Pflicht gemacht, 3000 ATE zu liefern. Als Schutzdosis werden in der Hauptsache 5 ccm eines 600fachen, oder 3 ccm eines 1000fachen Serums geliefert (H. Schmidt; Prigge).

Es hat sich bewährt, diese Serummenge subcutan zu geben, während man sonst bei der Serumtherapie von Infektionskrankheiten zwecks besserer Resorption das Antitoxin intramusculär oder intravenös gibt. Aber hier beim Tetanus ist es in prophylaktischem Sinne vorteilhafter, die Resorption langsamer zu gestalten.

Als Ort der Einspritzung soll die Extremität gewählt werden, an der sich die Verletzung befindet. In die unmittelbare Umgebung der Wunde einzuspritzen, hat keinen Zweck. Es wird auch abgeraten, das Serum möglichst an die Hauptnervenstämme heranzubringen. Kommt eine Extremität nicht in Frage, dann soll man subcutan unterhalb des Schlüsselbeines injizieren.

Auf die Serumschäden, besonders Serumkrankheit und Serumschock und deren Vermeidung, kann ich nicht näher eingehen. Ausführliche Arbeiten darüber sind von H. Schmidt und zuletzt von Hansen erschienen.

Bei eintretenden Schädigungen ist die Veröffentlichung jedes Falles angezeigt. Bei der Auswertung muß man aber wissen, wie oft überhaupt Seruminjektionen in Deutschland vorgenommen werden. Denn wenn man eine Übersicht über die Gefahren der Schutzimpfung haben will, dann können nur Prozentzahlen, die an einem sehr großen Krankengut gewonnen wurden, von Nutzen sein. In Deutschland werden jährlich schätzungsweise 600 000—1 000 000mal Schutzimpfungen vorgenommen. Für Frankreich wurden für das Jahr 1934 645 000 Packungen angegeben.

Wenn man sich diese Zahlen vor Augen hält, dann kann man mit aller Berechtigung sagen, daß die bisher beobachteten ernsten Schädigungen ausgesprochene Seltenheiten sind, die wissenschaftlich noch interessant sind, aber praktisch keine große Bedeutung haben. Ihre prozentuale Häufigkeit ist bisher zweifellos ganz wesentlich überschätzt worden (Rostock).

Wenn von den Gegnern der Serumprophylaxe immer wieder die Schäden, übrigens meist in übertriebener Form, angeführt werden, so ist darauf zu erwidern, daß auch andere Behandlungsarten, z. B. Medikamente, wie Salvarsan und Pyramidon, gelegentlich unerwünschte Reaktionen bei dafür disponierten Patienten bewirken. Aber kein Arzt wird auf diese Mittel verzichten, wenn ihre Anwendung wirklich angezeigt ist. Ein Arzt muß Verantwortung tragen können, er muß bevor er eine Therapie anordnet, genau deren Vor- und Nachteile abwägen. Der Schaden, der aus Unterlassung einer Serumanwendung erwächst, besonders die Gefahr, Wundstarrkrampf zu bekommen und daran zu sterben, ist für den Patienten ungleich ernster als alle Unannehmlichkeiten einer Serumkrankheit.

Unter dem Namen „Tetanus-Fermoserum“ ist von den Behring-Werken ein neues Serum in den Handel gebracht worden. Es unterscheidet sich von den bisherigen Seren durch die Neuartigkeit seiner Herstellungsweise. Während wir früher in 8 % der mit Tetanusserum gespritzten Fälle Exantheme auftreten sahen, konnten wir bei 400 Verletzten, die Fermoserum erhalten hatten, kein einziges Exanthem beobachten (Domrich—Hubert).

Als Vorbeugungsmaßnahmen werden empfohlen: Vermeidung der intravenösen Injektion, Anwendung von Rinderserum, gelagertes Serum, prophylaktische Empfindlichkeitsprüfungen, Tätowierungszeichen, Verwendung von Fermoserum.

Bei welchen Wunden soll nun Serum eingespritzt werden und bei welchen erübrigt sich die Serumprophylaxe?

Bekanntlich gibt es kein Kriterium, das es ermöglicht, nach Art der Wunde, ob tief oder oberflächlich, nach Ursache der Verletzung, ob durch Schrammen auf dem Erdboden oder durch scharfen Schnitt mit Scherben oder durch Stich, z. B. durch Nägel usw. mit Sicherheit eine Tetanusinfektion auszuschließen. Es gibt wohl kaum eine Art der Verletzung, die nicht schon einmal Starrkrampf im Gefolge gehabt hat. Denn es ist dabei noch zu berücksichtigen, daß nicht selten die Tetanusbazillen erst durch die Berührung mit schmutzigen Fingern nachträglich in eine Wunde gebracht werden können. Sind doch mehrfach Tetanusinfektionen bei unbedeckten Impfpusteln beobachtet worden.

Manche Ärzte, besonders solche, die einmal einen tödlichen Wundstarrkrampf nach unterlassener Serumeinspritzung erlebt haben, sind geneigt, bei jeder Verletzung grundsätzlich Serum einzuspritzen. Andere behandeln Hunderte von Verletzten im Jahre, ohne einmal Serum zu geben und auch ohne einen Tetanus zu erleben. Der Arzt muß selbst seine Entscheidung treffen. Allgemein gültige Indikationsregeln für die Immunisierung aufzustellen wird sehr schwer, wenn nicht gar unmöglich sein. Dieser Fragenkomplex hat in einer Sitzung vom 14. April 1931 die Akademie der Medizin in Paris beschäftigt, wo man einstimmig folgende wörtlich übersetzten Leitsätze angenommen hat:

„Vor allem kann man nicht genug auf der unbedingten Notwendigkeit bestehen, so peinlich und so sorgfältig wie möglich alle Wunden, besonders die unregelmäßig buchtigen, die in die Beobachtung der Ärzte gelangen, zu desinfizieren, und ebenso auf der Notwendigkeit, die Fremdkörper zu entfernen, die durch diese unregelmäßig buchtigen Wunden in den Körper haben eindringen können. Bei allen buchtigen Wunden, bei den weniger buchtigen, wenn sie durch Fremdkörper kompliziert oder mit Erde verunreinigt sind, bei allen, selbst kleinsten Wunden der Fußsohlen, unter den Nägeln, zumal der Füße, ist gegen Starrkrampf gerichtete Serumbehandlung angezeigt. Dagegen ist man von ihr abzusehen berechtigt bei den leicht zu reinigenden oberflächlichen Wunden, bei den sauberen, fremdkörperlosen, nicht erdbeschmutzten Wunden."

Für die Chirurgische Universitäts-Klinik Berlin, Ziegelstraße, wurden folgende Richtlinien (Bier) herausgegeben:

„Wir geben Tetanusantitoxin bei allen Verletzungen, die unmittelbar nach dem Unfall der hiesigen Klinik zugeführt werden, und zwar:

1. bei Straßenverletzungen, also bei allen Verletzungen durch Auto- und Motorradunfälle usw.,
2. bei allen Schußverletzungen,

3. bei allen Verletzungen, bei denen der Erdboden, insbesondere Gartenerde, beteiligt ist,
4. bei den meisten Holzsplitterverletzungen, wenn das Holz auch mit Straßenschmutz in Verbindung gekommen ist (wir sahen einen Fall bei einem Knaben, der sich beim Barfußgehen einen Holzsplitter auf einer Treppe eingerissen hatte), auch bei den Holzsplitterverletzungen, wie sie bei der Hausarbeit nicht selten sind, bei allen Verletzungen mit Gegenständen, deren Sauberkeit fraglich ist und die eine unregelmäßige zerrissene Wunde erzeugen, z. B. bei Verletzungen an Drahtzäunen,
5. bei Verletzungen durch Hufschlag.

Dagegen unterlassen wir die prophylaktische Injektion in der Mehrzahl der glatten Schnittwunden, bei denen erfahrungsgemäß Tetanusinfektion nicht in Frage kommt, so z. B. bei Messerstichverletzungen, Glasschnittverletzungen, Fabrikverletzungen (durch Maschinenteile). Nur wenn die Wunde eine besonders schwere Quetschung aufweist, wird auch bei sonst unverdächtigem Ursprung der Verletzung lieber eine Injektion zuviel verabreicht. In dem Falle, wo entgegen unserem Vorschlage die Tetanusantitoxin-Injektion vom Patienten abgelehnt wird, wird dies in dem Rettungswachenbuch bzw. Krankenblatt besonders vermerkt, die Ablehnung muß vom Patienten durch schriftliche Unterschrift bestätigt werden."

Ähnlich lautende Richtlinien gibt es an fast allen chirurgischen Universitätskliniken.

Am neuesten sind die „Leitsätze zur ärztlichen Versorgung der Zufallswunde", die der von der deutschen Gesellschaft für Unfallheilkunde für den 26. Oktober 1938 nach München einberufene Ausschuß, dem König, Schmieden, zur Verth, Heller, Magnus, Böhler, Bürkle de la Camp angehören, aufgestellt hat. Unter II. heißt es für den Tetanus:

1. Die sorgfältige Wundausschneidung oder Wundversorgung, wie sie unter I gefordert wird, ist erste Voraussetzung der Tetanusverhütung.
2. Die prophylaktische Gabe von Tetanusantitoxin in ausreichender Dosis wird empfohlen für alle tetanusverdächtigen Verletzungen, das sind besonders Straßenverletzungen, landwirtschaftliche und gärtnerische Verletzungen, Verletzungen durch den Schuh hindurch und am Unterbau von Automobilen, offene grobe Zertrümmerungen und Holzsplitterverletzungen.
3. Die Dringlichkeit der Empfehlung richtet sich nach der örtlich verschiedenen Tetanusgefahr.
4. Die Tetanusantitoxingabe schützt weitgehend, aber nicht mit völliger Sicherheit vor dem Tetanusausbruch. Die Gefahr, sich mit Tetanus zu infizieren, ist in Deutschland an den meisten Orten gering. Auf der anderen Seite ist die Tetanusantitoxin-Seruminjektion nicht völlig gefahrlos. Die Abstandnahme der Tetanusantitoxingabe ist daher nicht grundsätzlich als Kunstfehler anzusehen.

Alle diese Richtlinien sind dehnbar und müssen es auch bleiben, solange man in kurzen Worten versuchen will, die tetanusverdächtigen von harmlosen Verletzungen zu unterscheiden. Die Grenzfälle werden nach beiden Richtungen unschwer zu ermitteln sein, zwischen ihnen bleiben eben Fälle übrig, in denen der verantwortungsbewußte Arzt eine ihm nicht leicht fallende Entscheidung zu treffen haben wird.

Bei der Tetanusprophylaxe steht an erster Stelle die operative Vorbeugung, darüber besteht völlige Einmütigkeit. Auch hinsichtlich der Serumprophylaxe sind sich fast alle klinisch tätigen Ärzte grundsätzlich einig. Das zeigte auch die Diskussion in der Berliner Gesellschaft für Unfallheilkunde am 24. November 1938, in der sich alle Redner — mit Ausnahme von Hübner — als Anhänger des Serumschutzes erwiesen.

Hübner hat durch statistische Erhebungen festgestellt, daß kaum 1 % der Ärzte und frei praktizierenden Chirurgen die Serumprophylaxe anwendet. Daraus folgert er, daß sie sich „gegen die Methode entschieden haben". Viele Ärzte sehen in ihrem Leben überhaupt keinen Wundstarrkrampf und so erscheint ihnen dessen Gefahr übertrieben, es ist psychologisch nur zu leicht erklärlich, wenn sie die Serumprophylaxe als überflüssig ablehnen, bis zu dem Moment, wo sie selbst einen Tetanus erleben. Ob sie aber auch dann noch die Serumanwendung grundsätzlich ablehnen werden, erscheint doch recht fraglich. Ihre „Erfahrungen" haben keine Beweiskraft gegen die Wirksamkeit des Serums. Wenn der Wundstarrkrampf eine häufigere Krankheit wäre, so würden sie wahrscheinlich das Serum anwenden und zu einem ebenso günstigen Urteil kommen wie die Ärzte im Kriege.

Außer Hübner sind nur noch Böhler und Ehalt als klinisch tätige Serumgegner anzuführen. Böhler hat auf Grund seiner Erfahrungen festgestellt, daß im Wiener Unfallkrankenhaus nur die Patienten an Tetanus erkrankten, bei denen die operative Wundbehandlung nicht ausreichend genug war. Es wird also der größte Wert auf eine gründliche und gewissenhafte chirurgische Prophylaxe gelegt, die Serumprophylaxe wird dabei als überflüssig angesehen und nicht mehr ausgeführt.

Bei 25 000 Wunden ist 3mal Tetanus mit tödlichem Ausgang aufgetreten. In allen 3 Fällen konnten autoptisch makroskopisch sichtbare Fremdkörper gefunden werden, die in den Wunden zurückgeblieben waren. Diese 3 Fälle hätten wahrscheinlich durch Seruminjektionen verhütet oder doch wenigstens in ihrem Verlauf gemildert werden können.

Das grundsätzliche Fortlassen der Seruminjektion wird von den meisten Autoren, die sich mit diesem Problem befassen, als fehlerhaft bezeichnet und abgelehnt. Nur bei einem sehr kleinen Teil der Wunden besteht die Möglichkeit, wirklich in toto ausscheiden zu können. Beim weitaus größten Teil der Wunden muß man sich mit der Wundtoilette begnügen und bei ihr können gerade in den Gewebspartien, die nicht entfernt werden können, Tetanussporen haften bleiben. Es sind einwandfrei Fälle vorgekommen, wo trotz Amputation innerhalb von 6 bis 8 Stunden Wundstarrkrampf auftrat. Wahrscheinlich wird die Böhlersche Anordnung wieder aufgegeben werden, nämlich dann, wenn zu den 7 Fällen von Tetanus, die im Wiener Unfallkrankenhaus vorgekommen sind, und von denen 6 kein Antitoxin erhalten hatten, noch mehr Fälle von Wundstarrkrampf trotz „sicherer Wundausscheidung" aufgetreten sein werden.

In den Diskussionen über die Tetanusfrage spielen auch die Versager der Serumvorbeugung eine große Rolle. Bereits in der Literatur vor dem Weltkriege sind eine Anzahl Fälle von Tetanus trotz Serumeinspritzung erwähnt (vgl. Suter, Bär, Remertz u. a.). Schon damals hatte man eine Reihe von Erklärungen für das Versagen. Man hatte auch immer wieder beobachtet, daß die Krankheit milder verläuft und die Mortalität um ungefähr die Hälfte geringer ist. Aber das Zahlenmaterial war doch zu klein. Im Kriege und in der Nachkriegszeit ereigneten sich auch immer wieder einmal Versager und so konnte Mosbacher 1927 über 2000 Fälle aus der Weltliteratur sammeln, wo Tetanus trotz prophylaktischer Injektion aufgetreten ist. Aber Zahlen über die Häufigkeit der Versager sagen nicht viel aus, da man die Millionen der erfolgreichen vorbeugenden Einspritzungen nicht kennt. Jedenfalls ist der Versager die seltene Ausnahme.

Auch Mosbacher hat festgestellt, daß die Serumprophylaxe, wenn sie schon die Erkrankung nicht verhindern konnte, doch wenigstens ihre Mortalität im Vergleich zu den nicht prophylaktisch injizierten Fällen herabzusetzen vermochte. Die Mortalität des Tetanus schwankt nach den vorliegenden Angaben zwischen 88 % und 64 %. Mosbacher dagegen fand bei 1828 Erkrankungen trotz Prophylaxe eine Mortalität von 40,3 % (737 Todesfälle), also eine deutlich günstigere Ziffer. Bemerkenswert ist noch, daß die Einzelstatistik von Bruce, die mit 889 prophylaktisch injizierten Fällen die größte Einzelzahl in der Zusammenstellung Mosbachers ausmacht, nur eine Mortalität von 22,5 % besitzt. Ferner ist auf das relativ häufige Vorkommen von milde, abortiv verlaufenden und von Lokaltetanus hinzuweisen. In Mosbachers Statistik sind 48 Fälle von Lokaltetanus (einschließlich Kopftetanus) mit 6 Todesfällen = 12,5 % enthalten. Nach

Bruce tritt auch eine Verlängerung der durchschnittlichen Inkubationszeit von 10,9 auf 45,5 Tage ein, die bekanntlich prognostisch günstig ist. Beim Vergleich zwischen Geimpften und Ungeimpften findet Bruce außerdem ein Verhältnis der Gesamterkrankungsziffer von 1,4 zu 9 ‰, der Mortalität von 22,5 zu 53,3 %.

Aus der folgenden Tabelle, die die Tetanusmortalität in Preußen in der Zeit von 1877 bis 1926 zeigt, geht hervor, daß nach Einführung des Serums auf Grund der Kriegserfahrungen die Mortalität sich um ungefähr 20 % gebessert hat:

1877—1881: 62,1 %	1897—1901: 55,9 %	1912—1916: 67,8 %
1882—1886: 60,7 %	1902—1906: 62,0 %	1917—1921: 48,9 %
1887—1891: 63,6 %	1907—1911: 65,8 %	1922—1926: 44,6 %
1892—1896: 64,2 %		

Wie steht es heute mit der Haftpflicht des Arztes für die Unterlassung einer Tetanusserumprophylaxe?

Wie bereits angeführt, gibt es Verletzungen, die unbedingt eine Serumprophylaxe erfordern, und solche, bei denen eine strenge Indikation zur Serumanwendung nicht gegeben ist und der Fall eintreten kann, daß Ärzte auf Grund genügender eigener Erfahrung oder auf Grund der Erfahrung älterer Kollegen in der betreffenden Gegend bei gewissen Verletzungen eine Serumprophylaxe nicht für erforderlich halten, um so mehr, wenn es sich um gegen Serumeiweiß allergische Patienten handelt, bei denen also eine Serumeinspritzung unter Umständen ein gewisses Risiko darstellen kann. Das zu entscheiden ist rein ärztliche Angelegenheit.

Schon aus dem Grunde, daß es bestimmte Indikationen gibt, kann die Unterlassung der Serumprophylaxe nicht prinzipiell als Kunstfehler oder Fahrlässigkeit gewertet werden. Der Ausbruch des Wundstarrkrampfes kann ja auch durch die Serumeinspritzung nicht mit völliger Sicherheit verhindert werden. Bei der Unterlassung der Einspritzung wird natürlich vorausgesetzt, daß sonst ärztlicherseits richtig verfahren wird. Wenn beschmutzte, zerrissene oder zerquetschte Wunden nicht chirurgisch gereinigt werden, muß man das zweifellos als Kunstfehler und Fahrlässigkeit bewerten.

In der folgenden Haftpflichtklage wurde von der Chirurgischen Universitäts-Klinik Berlin ein fachärztliches Gutachten angefordert:

Vorgeschichte: Das Kind R. K. wurde am 22. August 1936 durch einen Steinwurf über dem rechten Auge verletzt. Es entstand eine oberflächliche, etwa 1,5–2 cm lange Hautplatzwunde. Diese Wunde wurde 1½ Std. nach dem Unfall genauestens revidiert, mit Wasserstoffsuperoxyd und alkoholischer Jodlösung gespült und anschließend mit 2 Fäden genäht,

mit Mastisol verklebt und verbunden. Bei dieser Wundbehandlung wurden die Wundränder nicht ausgeschnitten und es wurde kein Schutzserum gegen Wundstarrkrampf gegeben. Am 27. August wurden die beiden Nähte entfernt, die Wunde war ohne Entzündung verheilt.

Am 28. August klagte das Kind erstmalig über Schmerzen beim Essen, am 1. September wurde es im Krankenhaus aufgenommen, dort wurde der ausgebrochene Tetanus behandelt.

Am 11. September trat eine Bindehautentzündung ein, im Urin fand sich reichlich Eiweiß. Es handelte sich um einen schweren Krankheitszustand.

Am 17. September entwickelte sich eine Mittelohrentzündung und am 22. September ein Hornhautgeschwür. Anschließend trat eine Vereiterung des ganzen Auges auf, so daß dieses am 26. November entfernt werden mußte.

Die Klinik vertritt den Standpunkt, daß es als fehlerhaft zu bezeichnen ist, wenn eine Wunde am Schädel, die durch einen Straßenunfall entstanden ist und innerhalb der 6—8-Std.-Grenze zum Arzt kommt, nicht ausgeschnitten wurde. Als begünstigendes Moment zum Ausbruch des Wundstarrkrampfes ist zu bewerten, daß die Wunde nicht nur dicht vernäht, sondern auch mit Mastisol luftdicht verklebt wurde. Straßenunfälle sind in jedem Falle tetanus-gefährdet, ganz gleich, ob die Gegend tetanusgefährdet ist oder nicht.

An der Wirksamkeit der Serumprophylaxe zweifeln wir nicht. Sie erscheint uns so sicher, wie biologische Maßnahmen als sicher bewertet werden können.

Gegen die Schutzimpfung liegen schwere Bedenken vor, deren Verallgemeinerung wir fürchten würden.

Es muß dem Gericht überlassen bleiben, zu entscheiden, wie weit dem angeschuldigten Arzt zugestanden werden kann, daß er in sachlicher Bewertung der relativen Erfolglosigkeit und der relativen Gefährlichkeit der Schutzimpfung von dieser abgesehen hat. Es ist immerhin anzuführen, daß namhafte Wissenschaftler aus gleichen Gründen die Schutzimpfung unterlassen.

Die besonderen Umstände dieses hier in Frage stehenden Falles ergeben zusammenfassend, daß es sich um einen Straßenunfall handelte und um die Verletzung durch einen Stein, der von der Straße stammte, außerdem war die Verletzung am Schädel gesetzt worden.

Damit liegen Voraussetzungen vor, die unseres Erachtens entweder die Schutzimpfung oder die Wundausschneidung hätten zur Folge haben müssen, am besten wäre beides geschehen.

Die Nachteile der passiven Immunisierung, die beschränkte Wirkungsdauer, die Notwendigkeit mehrmaliger Injektionen, die Sensibilisierung gegen das artfremde Eiweiß, Serumkrankheit, Serumschock, gelegentliche Versager und dann die Abhängigkeit von einem zuverlässigen Nachschub genügender Serummengen im Felde machten sich bereits im Weltkriege bei dem ungeheuren Verbrauch von Tetanus-Antitoxin zeitweise unangenehm bemerkbar. Außerdem kam

der Schutz des Serums bei langwieriger Bergung der Verwundeten in vielen Fällen zu spät. Trotz aller Vorteile der passiven Seruminjektion und der im Weltkriege und übrigens auch im Freiheitskampf in Spanien auf nationalspanischer Seite und im Polenfeldzug erzielten großen Erfolge suchte man neue Wege, um die erwähnten Nachteile nach Möglichkeit zu vermeiden. Seit langem wird an einer aktiven Immunisierung gegen Tetanus gearbeitet, die besonders für solche Menschen geschaffen wird, die durch ihren Beruf einer erhöhten Infektionsgefahr ausgesetzt sind.

Bei der aktiven Immunisierung kann man wirklich von einer vorbeugenden Maßnahme sprechen, da die Impfung schon vor der erwarteten Infektion ausgeführt wird. Der Verletzte ist bereits im Augenblick der Verwundung immunisiert.

Die Methodik der aktiven Schutzimpfung ist bereits so weit ausgearbeitet, daß sie in Frankreich für alle Angehörigen des Heeres und der Marine, bei der Eisenbahn, Polizei und einigen Warenhäusern eingeführt worden ist. Auch aus England und Italien wird von ausgedehnter Anwendung des Verfahrens berichtet. In Deutschland ist von der aktiven Immunisierung in der Praxis noch kein wesentlicher Gebrauch gemacht worden. Nach H o r n u n g scheint es verantwortbar, wenn man vorläufig die Ergebnisse einer wirklich brauchbaren französischen Statistik und weitere Arbeiten wie die von G o t t e s b ü r e n abwartet. Ähnlich wie bei der Diphtherie werden wohl auch beim Tetanus, abgesehen von aktiven Immunisierungen, bei augenblicklicher Gefährdung auch gleichzeitig aktiv-passive Immunisierungen durchgeführt werden können, die den doppelten Vorteil einer Verbindung des kurz dauernden, aber schnell wirkenden, Schutzes durch das Serum mit dem langdauernden durch das Formol-Toxoid besitzen.

Zusammenfassung:

Im Rahmen eines geschichtlichen Überblicks wird der Wert der Serumvorbeugung gegen Wundstarrkrampf von Anbeginn an zusammengestellt. Die Übersicht ergibt, aus welchen Voraussetzungen, auf Grund welcher Prüfungen und mit welchen experimentellen Ergebnissen die passive Immunisierung gegen Tetanus geschaffen wurde und welche Erfolge mit ihr im Laufe der Jahre erzielt werden konnten.

Die beweiskräftigsten Ergebnisse für den Wert dieser Methode sind die Erfolge der Amerikaner in der Wundstarrkrampfverhütung

bei den Verletzten des Nationalfeiertages und vor allem die im Weltkriege gemachten Erfahrungen, wie die großen mitgeteilten Statistiken zeigen.

In Kriegs- und Friedenszeiten hat die Serumprophylaxe ein sehr deutliches Absinken der Erkrankungshäufigkeit und der Sterblichkeit bewirkt. Trat trotz Antitoxin-Injektion ein Wundstarrkrampf auf, dann verlief er milder als man es sonst gewohnt war. Die zweifellos beobachteten Schäden der Einspritzung sind entweder ungefährliche Ereignisse oder, falls sie zu erheblicher Schädigung führen, sehr seltene Vorkommnisse im Vergleich zu der Zahl der ausgeführten Injektionen.

Die passive Serumvorbeugung kann wohl keinen 100%igen Schutz gewähren, aber den gibt es nirgendwo im Leben. Die größte Aufgabe des Arztes ist nun einmal Krankheiten vorzubeugen, und jede Vorbeugung hat Versager und jede biologische Behandlung kann unerwünschte Folgen haben. Die Tetanusserumprophylaxe ist eine fest begründete Errungenschaft. Freuen wir uns darüber, daß es ein Deutscher war, der diese Gabe ärztlicher Wissenschaft der Menschheit geschenkt hat.

Herrn Oberarzt Dozent Dr. H a a s e danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und die wertvollen Anregungen und Ratschläge bei der Abfassung der Arbeit.

Schrifttumsverzeichnis.

I. Vorkriegsliteratur (1890—1914).

Bär: Jahresb. f. Chir. 1907.
Bazy: Zbl. Chir. 1897; angeführt bei Suter.
v. Behring: „Die Geschichte der Diphtherie mit besonderer Berücksichtigung der Immunitätslehre", 1893 Verlag Thieme;
— a. b. Rozenraad.
Behring und Kitasato: „Über das Zustandekommen der Diphtherie-Immunität und der Tetanus-Immunität bei Tieren", D. m. W. 1890, 1113.
Behring und Knorr: Jahresb. f. Chir. 1906.
v. Bergmann: a. b. Rozenraad.
Bigot: a. b. Suter.
Bockenheimer: Jahresb. f. Chir. 1908.
Busch: Jahresb. f. Chir. 1908; a. b. Magula.
Buschke: a. b. Lotheissen.
Calmette: Zbl. Chir. 1903; a. b. Rozenraad.
Canonne: Jahresb. f. Chir. 1909, 37.
Cheatle: Jahresb. f. Chir. 1910.
Courmont und Doyon: Zbl. Chir. 1899.
Dehne und Hamburger: „Über das Verhalten artfremden Antitoxins im menschlichen Organismus", Wien. kl. W. 1907, 817.
Dentu: a. b. Remertz.
Dieudonné: „Schutzimpfung und Serumtherapie", Verlag Barth, Leipzig 1.—11. Auf. 1895—1925.
Diskussion über Serumtherapie des Tetanus am Chirurgenkongreß 1906, Allgem. Wien. med. Z. 1906, Nr. 46.
Dönitz: D. m. W. 1897, 428; a. b. Suter.
Elbogen: Jahresb. f. Chir. 1908.
Farland: a. b. Suter.
Friedrich: a. b. Sonntag.
Gauthier: Jahresb. f. Chir. 1907, 1279.
Hardouin: Jahresb. f. Chir. 1908.
Heddaeus: a. b. Ullrich.
Herhold: a. b. Rozenraad.
Heuß: a. b. Sonntag.

Hofmann: Jahresb. f. Chir. 1908.
Jacobson und Pease: Jahresb. f. Chir. 1907.
Juillard: a. b. Suter und Lotheiss.
Kitasato: „Experimentelle Untersuchungen über das Tetanusgift", D. m. W. 1892, 857.
Köhler: a. b. Rozenraad.
Kolb und Laubenheimer: Jahresb. f. Chir. 1914.
Krafft: Zbl. Chir. 1905; Jahresb. f. Chir. 1907.
Kreuter: a. b. Sonntag.
Krönig: a. b. Sonntag.
Kummer: Jahresb. f. Chir. 1908.
Lambert: a. b. Rozenraad.
Lang: Med. Diss. Bern 1908.
Lexer: a. b. Rozenraad und Ullrich.
v. Leyden-Blumenthal: a. b. Rozenraad.
Lotheissen: Wien. kl. W. 1906, 727.
Maczkowski: Zbl. Chir. 1902, 972.
Magula: Bruns Beiträge z. klin. Chir. Bd. 76, 588.
Mauclaire: Zbl. Chir. 1903.
Meier und Ransom: a. b. Lang.
Nocard: Jahresb. f. Chir. 1895.
v. Pirquet und Schick: a. b. Dehne-Hamburger.
Remertz: Diss. Berlin 1911.
Reynier: Zbl. Chir. 1903.
v. Rosthorn: Zeitschr. f. kl. Med. 1899, 280.
Roux und Vaillard: Annales de l'Institut Pasteur 1892 u. 1893; a. b. Suter.
Rowan: Jahresb. f. Chir. 1910.
Rozenraad: Med. Diss. Leipzig 1902.
Scherck: Jahresb. f. Chir. 1907.
G. Schmidt: Zbl. Chir. 1904.
Schottelius: a. b. Sonntag.
Dionis du Séjour: Zbl. Chir. 1905; a. b. Lotheissen.
Solieri: Jahresb. f. Chir. 1909, 35.
Steuer: Jahresb. f. Chir. 1900.
Suter: Jahresb. f. Chir. 1905; Archiv f. klin. Chir. 1905, Bd. 75, 113
Tizzoni: D. m. W. 1892, 394; Jahresb. f. Chir. 1897.
Tizzoni und Catani: a. b. Remertz.
v. Török: Zbl. Chir. 1900, 567.
Trendelenburg: a. b. Rozenraad.
Ullrich: Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Med. u. Chir. 1902 Bd. X, H. 1 u. 2; Zbl. Chir. 1902.
Vagedes: Jahresb. Chir. 1895.
Vaillard: Jahresb. Chir. 1895 u. 1908.
Vallas: Zbl. Chir. 1903.
Wapler: Diss. Leipzig 1895.
Wilms: a. b. Rozenraad.
Wilson: a. b. Rozenraad.

II. Kriegs- und Nachkriegsliteratur (1914—1940).

Abel u. a.: Z. org. Chir. Bd. 76, 226; Bd. 79, 3.
Anschütz u. a.: Chirurg 1933.
Baumann: Z. org. Chir. 1931, 582.
Bazy: Chirurg 1939, 535.
Bier: a. b. Hubrich und Kuntzen.
Böhler: Zbl. Chir. 1933, 1227; a. b. Hübner; Landarzt 1939, 163.
Börger: Zbl. Chir. 1934, 1190.
Boshamer: Zbl. Chir. 1935, 2833.
Bromeis: Dtsch. Z. Chir. 1938, 402.
Bürkle-de la Camp und Hempel: Med. Welt 1937, 608.
Buzello: „Der Wundstarrkrampf beim Menschen", Neue deutsche Chir. 45, „Serumschock- u. Serumkrankheit nach Tetanus-Schutzimpfung und ihre Behandlung", D. m. W. 1934, 1137.
Campell: Chirurg 1930, 33; Med. Welt. 1937, 649.
Deutsche Gesellschaft für Unfallheilkunde: „Leitsätze zur ärztl. Versorgung der Zufallswunde", M. m. W. 1938, 2014.
Doerr u. a.: Z. org. Chir. Bd. 79, 243.
Domrich-Hubert: Zbl. Chir. 1940, 14.
Drescher: Z. org. Chir. Bd. 82, 404.
Dubs: Jahresb. Chir. 1917, 47.
Ehalt: Chirurg 1938, 592.
Eiselsberg: W. m. W. 1934, 229.
Escher: Diss. München 1936.
Fasal: Chirurg 1935, 465.
Fervers: M. m. W. 1938, 42.
Förster: Zbl. Chir. 1939, 2444.
Franz: Jahresb. Chir. 1917, 46; Chirurg 1938, 719.
Froboese: Chirurg 1939, 1.
Gottesbüren: Arch. klin. Chir. 1939, 250; Bruns Beitr. z. kl. Chir. 1939, 318.
Gins: „Zur Entdeckung des Tetanus-Antitoxins vor 50 Jahren", Z. ärztl. Fortbildung 1940, 214.
Grote: Diss. Gießen 1929.
Hanke: Dtsch. Z. Chir. 1934, Bd. 242, 62.
Hansen: Zbl. Chir. 1939, 1074.
Heilborn: Diss. Bonn 1937.
Herfarth u. a.: Zbl. Chir. 1939, 1472.
Hinstorff: Chirurg 1933, 9.
Hubrich u. a.: Med. Welt 1936, 535.
Hufnagel: Jahresb. Chir. 1914.
Hübner: Chirurg 1938, 337; 1939, 393; Z. ärztl. Fortbildung 1939, 78; D. m. W. 1939, 201; Hippokrates 1939, 841.
Jaeger: M. m. W. 1939, 164.
Jung: Med. Welt 1937, 609.
Junghanns: Zbl. Chir. 1939, 700.
Kapitanoff: Zbl. Chir. 1935, 2409.

Kehl: in v. Schjerings Handbuch der ärztl. Erfahrungen im Weltkriege 1914/18.
Knorr: a. b. Saegesser.
König: Chirurg 1940, 136.
Konrich: Ärztl. Monatsschrift 1929, 97.
Krecke: M. m. W. 1927, 1377.
Kriegssanitätsbericht über die deutsche Marine 1914/18, Bd. III, 1935: „Der Wundstarrkrampf", S. 44.
Krukenberg: Diss. Bonn. 1928.
Kuntzen u. a.: Z. ärztl. Fortbildung 1933.
Kunz: Chirurg 1933, 880; Zbl. Chir. 1934, 518.
Lang: Diss. Lausanne 1928.
Latten: Veröff. Heereswes. 1939, H. 108, 53.
Lehmann u. a.: Med. Klin. 1939.
Lenzner: Diss. Marburg 1936.
Lexer: M. m. W. 1937, 1241.
Loewe: Med. Welt 1937, 645; 1932, 1813.
Mayer: Z. org. Chir. Bd. 84, 535 (1937).
Mayer und Piringer: a. b. Froboese.
Mosbacher: „Zur Serum- und operativen Prophylaxe des Tetanus". Diss. Freiburg 1927.
Noetzel: Zbl. Chir. 1938, 823.
Payr: Zbl. Chir. 1939, 1023; a. b. Zeissler.
Rodenwaldt: Med. Welt 1937, 607.
F. Rost: Zbl. Chir. 1934, 329.
J. Rost: Z. org. Chir. 1939, 5.
Rostock: Zbl. Chir. 1934, 2370; 1939, 178; „Wert und Gefahren der prophylaktischen Tetanusschutzimpfung", Arch. klin. Chir. 1940, 197. Bd. 820—847.
Rostock und Jaeger: Z. ärztl. Fortbildung 1939, 527; Zbl. Chir. 1940, 214.
Schaer: Zbl. Chir. 1935, 300.
G. Schmidt: M. m. W. 1921, 1286.
H. Schmidt: „Die Serumprophylaxe des Tetanus", Behring-Bücherei Bd. II; Med. Welt 1937, 604; Behringwerke-Merkblätter Nr. 8, 1938.
I. Schmidt (Jugoslawien): M. m. W. 1939, 1233.
K. Schmidt: Diss. Würzburg 1936.
R. Schmidt: Z. org. Chir. Bd. 89, 69.
Schmücker: M. m. W. 1939, 379.
Schneider: D. m. W. 1939, 1261.
Schöne: Zbl. Chir. 1939, 1025.
Schreiner und Stocker: Chirurg 1930, 33.
Schröder: Chirurg 1935, 455.
Saegesser: Ergeb. Chir. u. Orth. 1933, Bd. 26.
Sanitätsbericht über das deutsche Heer im Weltkriege 1914/18, Bd. III, 77.
Sommer: Chirurg 1935, 622, 889.
Sommer u. a.: Zbl. Chir. 1939, 1780.

Sonntag: „Die bisherigen Erfahrungen über den Wundstarrkrampf im jetzigen Kriege", Erg. Chir. u. Orth. 1918, Bd. 10.
Stolze: Klin. Wschr. 1929, 636.
Tunze: Zbl. Chir. 1938, 2319.
Wix, Lehmann, Schöne, Ebhardt, zur Verth, Anschütz: Zbl. Chir. 1939, 1146.
Wolf: Jahresb. Chir. 1917, 46.
Zeissler: Med. Welt 1937, 607; Zbl. Chir. 1939, 1013.

III. Literatur über aktive Schutzimpfung gegen Tetanus.

Bazy und Ramon: a. b. Hübner (Chirurg 1939, 395).
Brown: Chirurg 1938, 518.
Gold: Z. org. Chir. Bd. 85, 258; Bd. 86, 276.
Gottesbüren: Bruns Beitr. klin. Chir. 1939, 318.
Gundel: Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung, Oktoberheft 1937.
Hornung: Chirurg 1939, 543.
Hübner: Hippokrates 1939, 844.
Kestermann u. a.: Klin. Wschr. 1939, 1553.
Loewenstein: Zeitschrift f. Hygiene 1909, Bd. 62, 491.
Meyer: Z. org. Chir. 1939, Bd. 91, 306.
Müller: M. m. W. 1937, 383.
Prigge: Med. Klin. 1939, 779.

Lebenslauf.

Ich, Walter Ulbrich, wurde am 12. Juni 1912 als Sohn des Versicherungs-Oberinspektors Paul Ulbrich und seiner Ehefrau Maria geb. Schaffartzik zu Breslau geboren. Meine Eltern verzogen bald nach Halle/Saale, wo ich vier Jahre lang die Wittekind-Mittelschule und dann die Oberrealschule bis 1927 besuchte. In diesem Jahre übersiedelten meine Eltern nach Berlin-Charlottenburg, wo ich drei Jahre lang auf die Leibniz-Oberrealschule ging, die ich Ostern 1930 mit Primareife verließ. Zwei Jahre lang war ich kaufmännischer Lehrling. Dann entschloß ich mich nachträglich das Abitur zu machen, das ich Ostern 1934 an der Humboldtschule in Berlin-Tegel ablegte.

Nachdem ich ein halbes Jahr im Freiwilligen Arbeitsdienst gedient hatte, begann ich das medizinische Studium in Berlin. Am 27. Mai 1935 bestand ich die Lateinprüfung für Mediziner und am 23. Oktober 1935 den naturwissenschaftlichen Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung. In Berlin machte ich auch im März 1937 das Physikum und begann am 8. August 1939 mit dem Staatsexamen. Am 5. September 1939 erhielt ich die vorzeitige Bestallung als Arzt.

Vom 15. September 1939 ab war ich auf der chirurgischen Abteilung des St. Hedwig-Krankenhauses zu Berlin als Pflichtassistent tätig.

Am 8. Januar 1940 wurde ich zur Sanitäts-Ersatz-Abteilung 3 in Berlin-Reinickendorf-West einberufen.